



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de pérdida de estabilidad en bases estabilizadas con emulsión asfáltica en función del tiempo, Lambayeque 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. José Jefferson Sosa Ancajima (ORCID: 0000-0002-5424-5372)

ASESOR:

Ing. José Miguel Berrú Camino (ORCID: 0000-0001-8434-3219)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Chiclayo – Perú

2019

Dedicatoria

A Dios por haberme acompañado e iluminado a lo largo de todos mis años de estudio y por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

A mis padres Jose y Juana por su amor y su apoyo a lo largo de mi carrera profesional, estando siempre en los momentos tristes y alegres de mi vida.

A mi novia Beverly por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera profesional, estando siempre en los momentos más difíciles.

José Jefferson Sosa Ancajima

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi Carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias Como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros.

Por otro lado, también demuestro mi particular deferencia con la empresa JJC INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación dentro de ella, quien desde un inicio me abrió las puertas de su empresa.

El autor.


Página del jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, José Jefferson Sosa Ancajima a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos Como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



Chiclayo, Julio 2019

JOSE JEFFERSON SOSA ANCAJIMA

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de imágenes.....	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Trabajos Previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4. Formulación al Problema	6
1.5. Justificación del Estudio.....	7
1.6. Hipótesis.....	8
1.7. Objetivos.....	8
II. MÉTODO	9
2.1. Tipo y diseño de investigación	9
2.2. Operacionalización de variables	9
2.3. Población y Muestra	11
2.4. Técnicas e Instrumentos.....	15
2.5. Método de Análisis de Datos	16
2.6. Aspectos Éticos.....	16
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN	22
V. CONCLUSIONES	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS	27

Instrumentos.....	27
Validación de instrumentos.....	35
Tablas de Pérdida de Estabilidad.	47
Acta de Aprobación de originalidad de tesis	82
Reporte de Turnitin.....	83
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	84
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	85

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	10
Tabla 2. Canteras Identificadas en el Tramo	11
Tabla 3. Cantera Don Lucho.....	12
Tabla 4. Ensayos Específicos y Frecuencias	15
Tabla 5. Muestra patrón - ensayo n° 1.....	17
Tabla 6. A las 2 horas de la preparacion de mezcla - ensayo n° 2	47
Tabla 7. A las 6 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 3	48
Tabla 8. A las 30 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 4	49
Tabla 9. A las 54 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 5	50
Tabla 10. A las 78 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 6	51
Tabla 11. A las 102 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 7	52
Tabla 12. A las 126 horas de la preparacion de mezcla- ensayo n° 8	53
Tabla 13. A las 150 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 9	54
Tabla 14. A las 174 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 10	55
Tabla 15. A las 198 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 11	56
Tabla 16. A las 222 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 12	57
Tabla 17. A las 246 horas de la preparacion de mezcla - ensayo n° 13	58
Tabla 18. A las 270 horas de la preparacion de mezcla - ensayo n° 14	59
Tabla 19. A las 294 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 15	60
Tabla 20. A las 318 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 16	61
Tabla 21. A las 342 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 17	62
Tabla 22. A las 366 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 18	63
Tabla 23. A las 390 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 19	64

Tabla 24. A las 414 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 20	65
Tabla 25. A las 438 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 21	66
Tabla 26. A las 462 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 22	67
Tabla 27. A las 486 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 23	68
Tabla 28. A las 510 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 24	69
Tabla 29. A las 534 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 25	70
Tabla 30. A las 558 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 26	71
Tabla 31. A las 582 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 27	72
Tabla 32. A las 606 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 28	73
Tabla 33. A las 630 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 29	74
Tabla 34. A las 654 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 30	75
Tabla 35. A las 678 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 31	76
Tabla 36. A las 702 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 32	77
Tabla 37. Matriz de consistencia	78

Índice de imágenes

Figura 1: Estabilidad del Ensayo N° 1	17
Figura 2: Resumen de pérdida de estabilidad a los 07 días	18
Figura 3: Resumen de pérdida de estabilidad a los 14 días	19
Figura 4: Resumen de pérdida de estabilidad a los 21 días	20
Figura 5: Resumen de pérdida de estabilidad a los 30 días	21
Figura 6: Equipos y herramientas empleados	27
Figura 7: Ubicación de planta de suelos	28
Figura 8: Vistas fotográficas de cantera lucho	29
Figura 9: Vistas fotográficas de planta de suelos	30
Figura 10: Vistas fotográficas del transporte de material	31
Figura 11: Vistas fotográficas de la descarga de material de campo.....	31
Figura 12: Vistas fotográficas del extendido, conformación y acabado de la base estabilizada en campo.....	32
Figura 13: Vistas fotográficas del colocado riego de liga y slurry seal.....	33
Figura 14: Vistas fotográficas de la colocación de señalización	34
Figura 15: Toma de muestras de planta de suelos Sapun	35
Figura 16: Preparación de muestras para los ensayos Marshall	36
Figura 17: Moldeo de briquetas Marshall.....	37
Figura 18: Peso específico de las muestras compactadas	45
Figura 19: Rotura de briquetas Marshall	46
Figura 20: Estabilidad del Ensayo N ^a 2	47
Figura 21: Estabilidad del Ensayo N ^a 3	48
Figura 22. Estabilidad del Ensayo N° 4.....	49

Figura 23: Estabilidad del Ensayo N° 5	50
Figura 24: Estabilidad del Ensayo N° 6	51
Figura 25: Estabilidad del Ensayo N° 7	52
Figura 26: Estabilidad del Ensayo N° 8	53
Figura 27: Estabilidad del Ensayo N° 9	54
Figura 28: Estabilidad del Ensayo N° 10	55
Figura 29: Estabilidad del Ensayo N° 11	56
Figura 30: Estabilidad del Ensayo N° 12	57
Figura 31: Estabilidad del Ensayo N° 13	58
Figura 32: Estabilidad del Ensayo N° 14	59
Figura 33: Estabilidad del Ensayo N° 15	60
Figura 34: Estabilidad del Ensayo N° 16	61
Figura 35: Estabilidad del Ensayo N° 17	62
Figura 36: Estabilidad del Ensayo N° 18	63
Figura 37: Estabilidad del Ensayo N° 19	64
Figura 38: Estabilidad del Ensayo N° 20	65
Figura 39: Estabilidad del Ensayo N° 21	66
Figura 40: Estabilidad del Ensayo N° 22	67
Figura 41: Estabilidad del Ensayo N° 23	68
Figura 42: Estabilidad del Ensayo N° 24	69
Figura 43: Estabilidad del Ensayo N° 25	70
Figura 44: Estabilidad del Ensayo N° 26	71
Figura 45: Estabilidad del ensayo N° 27	72
Figura 46: Estabilidad del Ensayo N° 28	73
Figura 47: Estabilidad del Ensayo N° 29	74

Figura 48: Estabilidad del Ensayo N ^a 30	75
Figura 49: Estabilidad del Ensayo N ^o 31	76
Figura 50: Estabilidad del Ensayo N ^o 32	77

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación se centra en el análisis de pérdida de estabilidad en base estabilizada con emulsión asfáltica en función del tiempo. El uso de emulsión para estabilizar los materiales que formarán parte de la base granular de un pavimento, es una opción ideal en lugares donde existe escaso material de préstamo (canteras), ya que la adición de la emulsión aumenta el coeficiente estructural del material granular logrando conseguir un número estructural más alto con un menor espesor de la capa granular, sin embargo, los estudios que se ha llevado a cabo con respecto a estos temas en Perú son muy escasos.

Palabras clave: Estabilidad, emulsión, asfáltica, pavimento.

ABSTRACT

The following research project focuses on the analysis of stability loss on stabilized base with asphalt emulsion as a function of time. The use of emulsion to stabilize the materials that will be part of the granular base of a pavement, is an ideal option in places where there is scarce material of loan (quarries), since the addition of the emulsion increases the structural coefficient of the granular material achieving get a higher structural number with a lower thickness of the granular layer, however the studies that have been carried out with respect to these issues in Peru are very scarce.

Keywords: Stability, emulsion, asphalt, pavement

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Las rutas viales terrestres son muy importantes tanto en nuestro país, como en todo el mundo, pues cumple varias funciones de las cuales dependemos día a día. Siendo esto tan importante y utilizado, se ve expuesto a sin número de inconvenientes, de los cuales entre los principales es el desequilibrio de los suelos, motivo por la cual nace esta investigación (Vera, 2015).

A nivel internacional

Es de conocimiento común, que para la construcción y mantenimiento de vías se emplea mano de obra, insumos y maquinaria, resultando los materiales relacionales con la geotecnia los más complejos. Asimismo, Suárez (2008) sostiene lo siguiente, en Brasil los materiales naturales generalmente no resultan ser los más idóneos para su empleo en obras de pavimentación, por cuanto, generalmente estos no guardan relación con los requisitos técnicos mínimos. Por lo tanto, debe enfocarse en que los materiales a emplear sean de calidad, lastimosamente éstos se hallan muy distantes del lugar del proyecto, resultando ser poco práctico para transportarlos. Este problema emerge como una opción a la estabilización de suelos existentes (p. 12).

Por lo tanto, la dificultad simplemente halla en la inestabilidad del suelo o acaso por la carestía de los materiales naturales de calidad, o simplemente por la mínima o nula planificación de los funcionarios, para lo cual plantea una concluyente recomendación (Infobae, “Los 10 países con excelente y baja infraestructura en el mundo”, párr. 15) la puesta en marcha de una infraestructura vial en Alemania requiriere de un plazo aproximado de 15 años para implementarla, para lo cual el 75% de este periodo se dedicarán a proyectar y el restante 25% a su ejecución. Mientras tanto, las construcciones en América Latina son cortas, exclusivamente un 10% del periodo es destinado para la planificación y el 90% sobrante es la ejecución”.

Suxe (2018) concluye afirmando que aparte de la escasa planificación “En américa latina mayormente en Sudamérica, las obras jamás se culminan con el importe fijado en los

procesos de licitaciones, esto a consecuencia que constantemente utilizan mayores recursos que incrementan el presupuesto inicialmente aprobado de forma considerable” (p. 14).

A nivel nacional

Las vías de comunicación terrestre representan un papel significativo en el progreso económico de un lugar determinado, razón por la cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en adelante MTC (2012), en su publicación del 2do semestre del año precedentemente aludido, comunica de la base de datos que tiene el Sistema Nacional de Carreteras, precisa unos números alarmantes, luego informa de la necesidad de prestar atención a la Red Vial Nacional, la misma que según los 26,494 km que existe en este momento, solamente un 55.66% cuenta con pavimentación, el 28.80% se encuentra en condición de afirmada sin pavimentar y el 8.36% no cuenta con afirmado ni con pavimentación. Por otra parte, la Red Vial Departamental que actualmente tiene un inventario vial acumulado de 29,029 km, el contexto resulta sombrío, ya que solo un 8.06% de las vías se encuentran pavimentadas, un 49.13% solo cuentan con afirmado y un 26.29% están sin ningún tipo de pavimento. En este momento, analizando la Red Vecinal, podemos advertir que el escenario actual es aún más negativo, puesto que, de los 94,135 km, solo el 1.71% se encuentra pavimentada, el 20.43% cuenta solo con afirmado y el 75.42% no cuenta con ningún tipo de tratamiento.

A nivel regional

En el departamento de Piura, provincia de Huancabamba, el contratista Consorcio JJC-MAYO, a la fecha de la presente investigación, se halla ejecutando trabajos de asistencia de Gestión, Mejoramiento y Mantenimiento Vial según el nivel de prestación del corredor vial, y por intermedio del mismo, la ejecución de una carretera que está compuesta por 5 segmentos, para lo cual se ha particionado para una adecuada comprensión, señalándose sus intervalos de las progresivas y la denominación de los pueblos, asimismo como una categoría de inversión.

La construcción y mejoramiento de las vías de la red vial nacional del Perú, significa

generar cambios a través de la inversión del Estado Peruano, en base al cual, se ha instituido PROVIAS Nacional, Entidad responsable de la gestión y mantenimiento de las carreteras de la red vial nacional, el mismo que se encuentra realizando diferentes formas de contratos de servicios, la que comprende los siguientes componentes: gestión, mejoramientos puntuales, mantenimiento por nivel de servicio y atención de emergencias viales; permitiendo resguardar la condición de operatividad de las vías a nivel nacional.

1.2. Trabajos Previos

A nivel internacional

Rosero (2013), en la presentación su tesis sobre “Bases estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (aplicación calle Nogales, Parroquia Nayón L= 1 km)” ante la Universidad Central del Ecuador, planteo como objetivo principal “Optimizar las propiedades mecánicas de los materiales granulares de baja calidad, que provienen de las canteras cercanas a la metrópoli de Quito, tratados mediante la estabilidad con emulsión asfáltica y destinados para su utilización en las bases de los pavimentos” llegando a concluirse que “La utilización de bases estabilizadas con emulsión asfáltica representa una buena opción para la construcción de pavimentos, así como de la repavimentación de vías; además, admite mejorar los recursos con las siguientes ventajas: Disminución de costos en comparación con otras opciones de estabilizadores y mezclas asfálticas en caliente. Su implementación es de aplicación en corto tiempo. Genera menores inconvenientes para el tránsito vehicular. Disminución del impacto al medioambiente, mitigando sus efectos” (p. 261).

Corradine y Espitia (2015) en su tesis “Deterioro De Una Base Estabilizada con Asfalto” presentada ante la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, dónde tuvieron como objetivo principal “Identificar cómo influyen los factores del medio ambiente en el detrimento de la base estabilizada con asfalto para evidenciar si es una elección viable para usar en las estructuras de las vías de la metrópoli de Bogotá” llegando a concluirse que “El uso de bases estabilizadas con emulsión asfáltica es una buena opción para su empleo en obras de pavimentación y de repavimentación de vías;

admite optimar estos recursos , generando ciertas ventajas por su empleo: Disminución de costos en comparación con otras opciones de estabilizadores y mezclas asfálticas en caliente. Su implementación requiere de un breve tiempo. Produce menos inconvenientes para el tránsito vehicular. Disminución de los efectos al medioambiente, mitigando sus efectos” (p. 143).

A Nivel Nacional

Vera (2015) en la presentación de su tesis sobre el “Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares, para pavimento en la región Lambayeque” ante la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en la que planteo como primordial objetivo “Llevar a cabo el mejoramiento con Emulsiones Asfálticas de Bases Granulares para Pavimentos en la Región Lambayeque” , abordando a la siguiente conclusión “Se estableció la relación tentativa de emulsión, cuantificar la representación teórica, tomando en consideración la granulometría del material granular, obteniendo los resultados siguientes: 6.44 % cantera 3 Tomas, 6.16 % cantera El Cinco, 5.92 % cantera San Luis (60%) + Cachinche (40%), tomando como inicio el porcentaje de humedad obtenido en la prueba de Proctor Modificado y considerando la dosis de agua que contiene la emulsión” (p. 222).

Suxe (2018) en la presentación de su tesis sobre “Aplicación de emulsión asfáltica para consolidar el afirmado de la carretera Bagua Grande - Buena Vista, región Amazonas 2017”, presentada ante la Universidad César Vallejo, en la cual planteó como primordial objetivo “Aplicar emulsión asfáltica para estabilizar el afirmado de la carretera Bagua Grande - Buena Vista, Región Amazonas 2017” llegando a la conclusión que “La utilización de la emulsión para estabilizar el afirmado de esta vía no incrementa en mayor relación el costo, pero si asegura una superior estabilidad y asegura un tránsito óptimo en temporadas de lluvia” (p. 79). De La Torre (2018) en la presentación de su tesis sobre “Evaluación del diseño de pavimentos estabilizados con emulsión asfáltica y cemento portland para el proyecto de conservación vial Puno Tacna tramo Tarata– Capazo – Mazocruz” ante la Universidad San Ignacio de Loyola, en la cual planteó como objetivo primordial “Efectuar un estudio de comparación de la parte técnica y económica entre los diseños de estratos granulares estabilizadas con cemento Portland y

emulsión asfáltica bajo la Técnica AASHTO 1993” llegando a la conclusión siguiente “De acuerdo al examen comparativo entre la parte técnica y económica entre las opciones señaladas se tiene que el diseño que contempla el suelo estabilizado con emulsión asfáltica resulta ser la proposición más factible. Equilibrar un suelo, permite disminuir la sensibilidad al agua y mejora la cohesión de sus partículas. Los coeficientes de contribución estructural de suelos estabilizados se incrementan considerablemente e incluso duplican la cuantía de los coeficientes estructurales de suelos naturales no tratados” (p. 279).

Caparó y Escalante (2015) en su tesis propuso la “Estabilización de suelos con emulsión asfáltica in situ en la Av. Prolongación Andrés Avelino Cáceres, análisis comparativo” presentada ante la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en la cual planteó como primordial objetivo “Reaprovechar el material de la base granular existente en un proyecto de rehabilitación de un pavimento a través del procedimiento de estabilización de la base del pavimento con emulsión asfáltica in situ, la misma que resulta menos contaminante además de preservar el medio ambiente mitigando el detrimento del contexto del ambiente natural”. Llegando a la siguiente conclusión “El proyecto se ejecutó en la Av. Andrés Avelino Cáceres, es una vía principal en la que transitan 4630 vehículos por día, el 4% de vehículos pertenecen al tránsito pesado y el 96% a vehículos menores como automóviles y camionetas. Se llevó a cabo un conteo vehicular durante los 7 días de la semana, obteniéndose un ESAL de diseño para un lapso de tiempo de 10 años de 6.9×10^6 , que lo cataloga como una vía de tipo Tp8 (codificación del MTC)” (p. 136). De La Cruz (2010) en el desarrollo de su tesis sobre “Diseño y evaluación de un afirmado estabilizado con emulsión asfáltica, aplicación: carretera Cañete – Chupaca” presentada ante la Universidad Nacional de Ingeniería, propuso como primordial objetivo “Informar de la concepción de equilibrio de suelos con emulsión asfáltica y elegir las opciones de mejoramiento de las propiedades del suelo”, logrando la conclusión siguiente “El equilibrio de suelos con emulsión asfáltica presenta varias ventajas frente a las mezclas asfálticas en caliente, siendo una de ellas la de no necesitar calentamiento. La apariencia de humedad y la baja densidad del ligante toleran que los materiales granulares posean un buen revestimiento a temperatura ambiente” (p. 67).

A nivel regional

Según la ardua búsqueda y recopilación de información, no se encontrado ni existe en Piura un proyecto de tales características, razón por la cual, el investigador se ha propuesto desarrollar el presente tema de investigación con la intención de contribuir a la comunidad científica con datos correctamente validados y sustentados por el tesista.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Normatividad Vigente: *Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013*

301. E.01 Suelos estabilizados con emulsión asfáltica Descripción

301. E.2 Suelos

301. E.3 Emulsión

301. E.4 Agua

301. E.5 Material mineral

301. E.6 Mezcla

301.E.7 Equipo

301. E.8 Explotación y elaboración de materiales

301. E.9 Diseño de la mezcla

1.4. Formulación al Problema

Según la presente y progresiva realidad problemática, el tesista propone el planteamiento del problema de la forma siguiente: “¿En qué tiempo perderá su estabilidad la Base Estabilizada con emulsión asfáltica desde su preparación?”

1.5. Justificación del Estudio

Justificación Técnica

Este método es viable técnicamente porque se está aplicando conocimientos conocidos y estudiados con anterioridad por otros autores. La estabilización de suelos con emulsiones asfáltica tiene como objetivo mejorar las características mecánicas del suelo. Además, resulta amigable desde el punto de vista ecológico, que es un factor muy importante en el diseño de carreteras, puesto que el medio disgregante de las emulsiones es el agua, haciendo de ésta no inflamable, además por sus características químicas, es menos contaminante que el asfalto caliente o cal. Esta opción es mucho más rentable cuando no se tienen canteras de calidad cercanas al proyecto, puesto que se utilizan recursos que no necesitan de recursos naturales.

Justificación Social

Se pretende obtener un diseño de mezcla adecuado, evaluar su estabilidad a través del tiempo, responder las hipótesis planteadas e incentivar a los investigadores y diseñadores a aplicarlo como una alternativa viable actualmente, este método es propuesto por el investigador con el propósito de brindar mejores condiciones de vida de las personas, para quienes principalmente se desarrollan este tipo de proyectos. Si se llegase a concretar en las obras nacionales, los principales beneficiarios serían el propio estado, por la reducción de tiempos, por ende, costos y por supuesto, los pobladores a quienes alcanza el desarrollo del proyecto.

Justificación Económica

El método de estabilización de suelos con emulsión asfáltica es más económico a comparación de la colocación de una carpeta asfáltica. Y si lo comparamos con respecto al afirmado simple, se puede decir que es más rentable, puesto que es más durable. No olvidar que los asfaltos utilizados para la carpeta en caliente tienen un gasto elevado de hidrocarburos, que además de ser contaminantes, son irrecuperables por la volatilización de los solventes del petróleo, sin embargo, las mezclas con emulsión solo producen pérdida de vapor de agua.

Por último, resulta mucho más rentable si no se cuenta con cantera de agregados de calidad cercanos al proyecto, puesto que no se realizarán traslado de materiales de grandes tramos.

1.6. Hipótesis

Según a la problemática que se planteó anteriormente, se ha creído conveniente plantear la siguiente hipótesis “La base estabilizada con emulsión asfáltica, perderá su estabilidad a la hora siguiente de preparada la mezcla”.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Determinar el tiempo máximo para compactar la base estabilizada con emulsión después de ser preparada la mezcla para evitar la pérdida de estabilidad, de tal manera que cumpla los estándares.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Utilizar el Método Marshall Modificado en mezclas frías, que permita lograr la cantidad de emulsión asfáltica, además de obtener mejores resultados en el equilibrio de esta clase de materiales granulares.
- Verificar los resultados generados en el laboratorio con las tolerancias indicadas para la admisión de las bases estabilizadas con emulsión asfáltica.
- Realizar el análisis de la curva de pérdida de estabilidad para definir el tiempo máximo de espera para compactar la base estabilizada luego de ser mezclada.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La actual investigación contiene una característica de tipo cuantitativa, según lo dicho por (Monje, 2011, p.100) y dentro de ella, corresponde a una categoría de investigación experimental o no descriptiva de acuerdo con lo dicho por (Arias, 2006, p.35) debido a que la investigación se ha formulado con la finalidad de determinar un resultado no conocido en base a tiempo, utilizando herramientas de laboratorio. Además, es de tipo longitudinal, pues se recoge información varias ocasiones según lo expresado por (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.179).

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable Dependiente:

- Bases Estabilizadas con Emulsión Asfáltica

2.2.2. Variable Independiente:

- Tiempo de Pérdida de estabilidad desde su preparación

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VD: Bases estabilizadas - Emulsión asfáltica	Se sabe del ahorro de energía y de las ventajas para el medioambiente que se obtienen con las mezclas en frío. La capacidad portante de las bases o sub- bases es mejorada a bajo costo, utilizando materiales de la zona.	Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013. (MTC, 2013)	Requerimientos mínimos para emulsiones asfálticas.	Emulsión	Proporción (razón)
	Carreteras de bajo volumen de tráfico pueden consistir simplemente de una base estabilizada con un riego de gravilla o micro- pavimento.			Agua	Proporción (razón)
				Agregado grueso	Proporción (razón)
				Agregado fino	Proporción (razón)
VI: Tiempo de Pérdida de Estabilidad desde la preparación	Demostrar el tiempo que demora cumpliendo los requisitos EG-2013, pueda ser útil después de producirse y ser colocado en campo, pudiendo ser horas, días, semanas, con ensayos de laboratorio se demostrara su resultado.	Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013. (MTC, 2013)	Ensayos de laboratorio, como granulometría, desgaste de los ángeles, california bear ratio, contenido de humedad, índice de plasticidad	Ensayos	Proporción (razón)

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Tamaño de Muestra

El universo de la población esta investigación está conformado por 1 cantera y 1 planta industrial de suelos en la región Piura, provincia de Huancabamba, en las cuales se encuentra material granular para la aplicación de las respectivas pruebas de laboratorio. Ya que es la única cantera con potencia que se podrá utilizar para la carretera que actualmente se viene ejecutando: Huancabamba – Curilcas – Socchabamba – Vado Grande, por el consorcio JJC-MAYO. Se necesita analizar la base estabilizada con emulsión la pérdida de estabilidad desde la preparación para ser usada y enviada a campo.

2.3.2. Ubicación Canteras:

Tabla 2
Canteras Identificadas en el Tramo

Ítem	Nombre de cantera	Ubicación km	Lado	Acceso km	Propietario	Obs
1	Cantera Lucho	1818+100	Izquierdo	3200 m	Propietario de acceso Gerardo Pintado	Río

Fuente: Elaboración propia

TRAMO 3: HUANCABAMBA (Km. 1815+848) - DV. CURILCAS (Km.1918+457)
LONGITUD=102.61 KM

Los materiales revueltos en la inspección del campo fueron analizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, empleando las normas ASTM y EM-2000- (MTC) vigentes. Habiéndose obtenidos los materiales en cada cantera, se seleccionaron muestras para determinar las muestras representativas de los materiales de cada cantera, sometiéndolas a los ensayos mínimos de tres clasificaciones y una calidad por cada hectárea, de tal manera que se cubra toda el área y volumen de explotación, clasificando cada cantera estadísticamente por tipo de ensayo.


I. CANTERA “DON LUCHO”:

Esta cantera se encuentra ubicada en el KM 1818+100 con un acceso de 3.2 km en el lado izquierdo de la vía en una zona de lecho de río, esta cantera cuenta con una extensión de 19,250 m² y una potencia neta de 44,275 m³, se puede explotar todo el año con algunas restricciones en la temporada de lluvia, el material tiene una bolonería de un tamaño máximo de 15” con un porcentaje de bolonería >2” de un 40%, porcentaje de Grava <2” en un 30%, porcentaje de Arena N°4 de un 30%. Las partículas son de forma sub- angular y sub-redondeada y su graduación granulométrica es mala “GP”, el material es No plástico, con un CBR al 95% de 50.2 y una Abrasión de 23.1%.

Tabla 3
Cantera Don Lucho

Ubicación	Km. 1818+100 Lado Izquierdo.
Coordenadas	E: 670945.9 N: 9425306.08
Propietario	Propietario de acceso Gerardo Pintado
Acceso	3,200 m. a nivel de afirmado (necesita reconformado).
Área (m²)	19,250 m ²
Prof. Expl. (m)	2.3 m (aprox.), se ha considerado una altura promedio.
Limpieza (m)	0.10 m
Nivel Freático	Si presenta
Vol. Bruto (m³)	40,072.1 m ³
Eliminar (m³)	1,925 m ³
Vol. Neto (m³)	36,064.89 m ³
Usos, rendimiento y Tratamiento	Recarga Granular: 90% (Zarandeado) Suelo emulsión: 80% (Zarandeado) Suelo-Cemento: 80% (Zarandeado) Concreto Portland: 70% (Zarandeado y Chancado) Mortero asfáltico: 70% (Zarandeado y Chancado)

Obras Complementarias	Apertura de acceso: 800 m. Reconformación de vía: 2400 m Obras de encauzamiento: 400 m
Vol. Útil (m³)	Recarga Granular: 36,064.89 x 90 % = 34,332 m³ Suelo-Emulsión : 36,064.89 x 80 % = 30,517.7 m³ Suelo-Cemento : 36,064.89 x 80 % = 30,517.7m³ Concreto Portland: 36,064.89 x 70 % = 26,703.0 m³ Mortero asfáltico : 36,064.89 x 70% = 26,703.0 m³
Descripción	<p>Está conformado por una Gravas mal graduadas identificada según la clasificación AASHTO como A-1-a (0) y GP según la clasificación SUCS, los finos que pasan la Malla N°40 son No plásticos. Los agregados provienen de depósitos aluviales que presentan bolonería de hasta 15” de diámetro y que no supera el 40% entre 2” y 15”.</p> <p>En general el agregado de esta cantera presenta características mecánicas de regular a buena calidad. La resistencia del agregado mediante el ensayo de Abrasión para rocas naturales es de 23.1%. La limpieza del material se verifica a través del Equivalente de Arena que alcanza hasta un 53.5% en arenas naturales del cauce.</p>
Equipo de Explotación	Excavadora, Tractor, Cargador y Volquete
Época de Explotación.	Marzo – Noviembre con normalidad, Diciembre – Enero con Restricciones
Principales Características	Agregado Natural : Malla N°200: 3.7% Humedad Natural : 6.3% LL (Natural) : N.P LP (Natural) : N.P. IP (Natural) : N.P. Clasificación SUCS : GP Clasificación AAHSTO : A-1-a(0) CBR 100% MDS : 72.5% CBR 95% MDS : 50.2% Equivalente de Arena : 53.5%

	Caras fracturadas A.G. (+1 cara) : 43.0% Caras fracturadas A.G. (+2caras) : 20.6% Durabilidad Sulfatos A.G. : 8.5% Durabilidad Sulfatos A.F. : 10.2% Chatas y Alagadas A.G. : 8.7% PUC : 1.8 gr/cm3 PUS : 1.6 gr/cm3 PE A.G. : 2.6 gr/cm3 PE A.F. : 2.5 gr/cm3 Absorción A.G. : 1.2% Absorción A.F. : 1.4% Sales Solubles Totales : 0.1% Abrasión (Natural) : 23.1%
Foto	

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Ubicación de Planta de Suelos

Departamento: Piura

Provincias: Huancabamba y Ayabaca

Distrito: Huancabamba y Ayabaca

Ruta: PE - 3N

Referencia: 24 km. de la ciudad de Huancabamba

2.3.4. Levantamiento De Información

Como se ha mencionado anteriormente el levantamiento de información se efectuará de los ensayos y a partir de los resultados los cuales serán expresados en gráficos estadísticos siendo posteriormente analizados a fin de concluir en la aceptación o negación de la hipótesis en relación al uso de la pérdida de estabilidad de la base estabilizada con emulsión asfáltica.

2.4. Técnicas e Instrumentos

Las principales técnicas de investigación empleadas en este proyecto son las pruebas realizadas en el laboratorio de control de calidad del CONSORCIO JJC-MAYO, ubicado en el Km. 1839+380, como referencia aledaña a la planta de suelo, dentro del corredor vial tramo III: Huancabamba –Curilcas.

Tabla 4
Ensayos Específicos y Frecuencias

Material o producto	Propiedad y características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo	Granulometría	MTC E204	750 m ³	Pista
	Plasticidad	MTC E110	750 m ³	Pista
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m ³	Pista
	Materia Orgánica	AASHTO T	2.000 m ³	Pista
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Pista
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Pista

Suelo estabilizado con emulsión	Contenido residuo de asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista
	Granulometría	MTC E 204	2 por día	Pista
	Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista
		MTC E 506		
	Densidad de campo	MTC E 508	Cada 250 m ²	Pista
		MTC E 5010		
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m ²	Pista
Emulsión	Según 301.E.03			Tanque/Bidón

Fuente: MTC (2013)

Estos ensayos fueron aplicados a las muestras tomadas de la planta de suelos, realizando los siguientes ensayos que son requisitos que se deben cumplir a la normatividad vigente en el país, y esta es las Especificaciones Generales de Carreteras: SECCION 301.E Suelos Estabilizados con emulsión Asfáltica.

2.5. Método de Análisis de Datos

El análisis de datos realizados en la presente investigación corresponde a una de tipo experimental y cuantitativo, dado que se realizaron ensayos de laboratorio basados en el manual de carreteras, Especificaciones técnicas Generales para la Construcción (EG-2013), así mismo, se recopilaron los datos de manera numérica teniendo en cuenta los tiempos, ya que la finalidad de la investigación es establecer una curva de la pérdida de estabilidad en los ensayos anteriormente mencionado.

2.6. Aspectos Éticos

Con respecto a los procedimientos realizados para lo obtención de resultados, se usó equipos calibrados los cuales estuvieron bajo supervisión, así mismo análisis de los ensayos cumplieron los parámetros establecidos en la normatividad.

III. RESULTADOS

Tabla 5
Muestra patrón - ensayo n° 1

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 01
DÍA	1	1
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	0 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1607
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		0.00
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		0.00

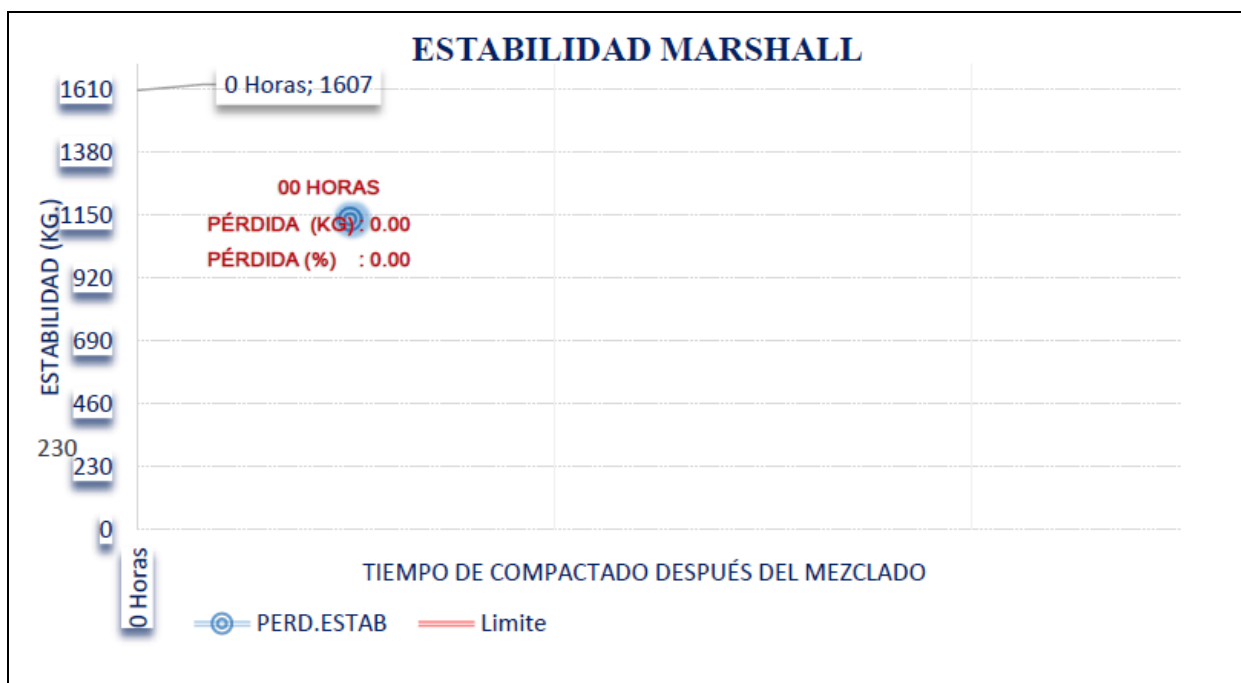


Figura 1: Estabilidad del Ensayo N° 1

En la gráfica de la estabilidad del Ensayo N° 1, se obtuvo un resultado de 1607 KG.

RESUMEN DE PÉRDIDA DE ESTABILIDAD A LOS 07 DÍAS

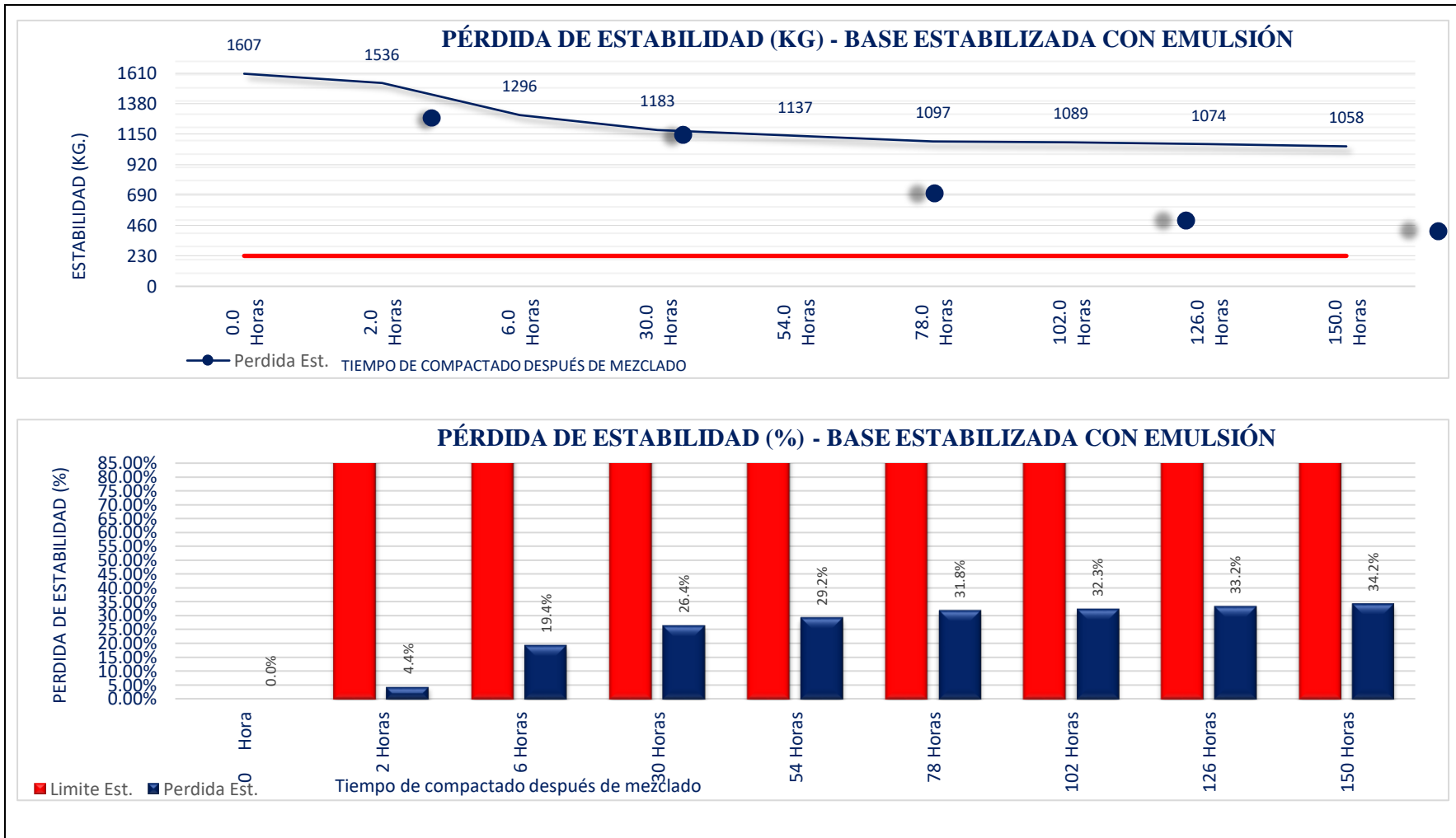


Figura 2: Resumen de pérdida de estabilidad a los 07 días

RESUMEN DE PÉRDIDA DE ESTABILIDAD A LOS 14 DÍAS

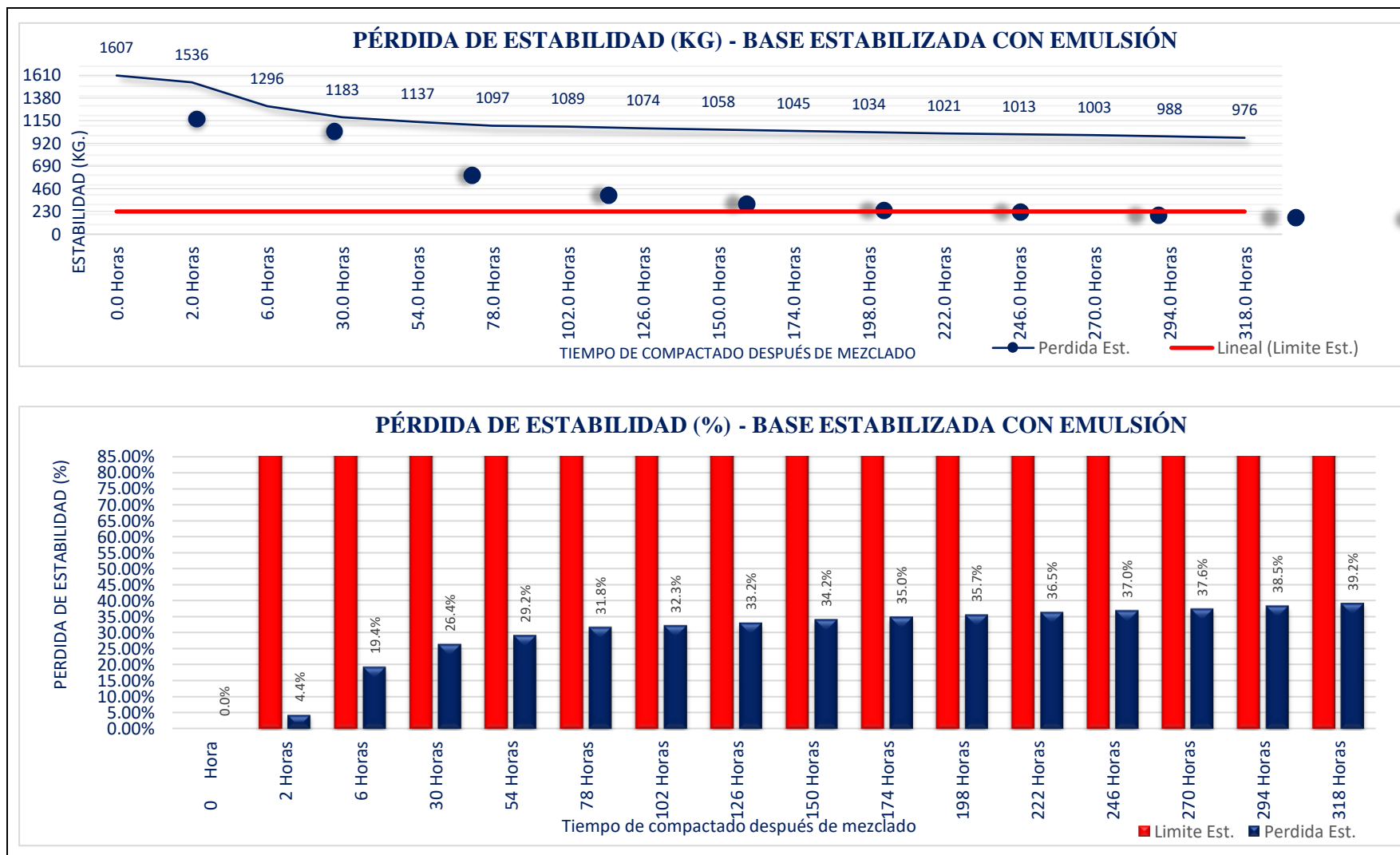


Figura 3: Resumen de pérdida de estabilidad a los 14 días

RESUMEN DE PÉRDIDA DE ESTABILIDAD A LOS 21 DÍAS

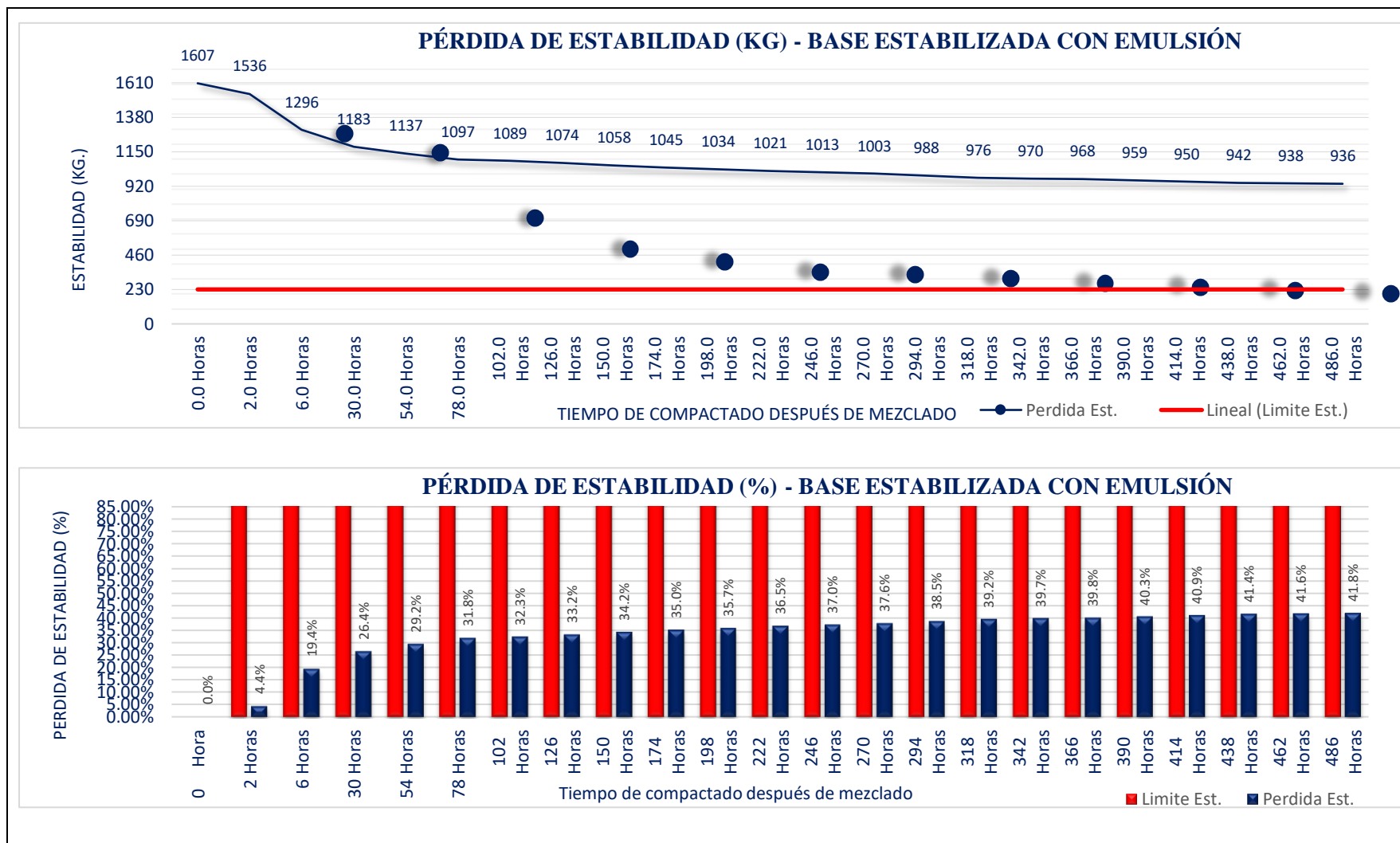


Figura 4: Resumen de pérdida de estabilidad a los 21 días

RESUMEN DE PÉRDIDA DE ESTABILIDAD A LOS 30 DÍAS

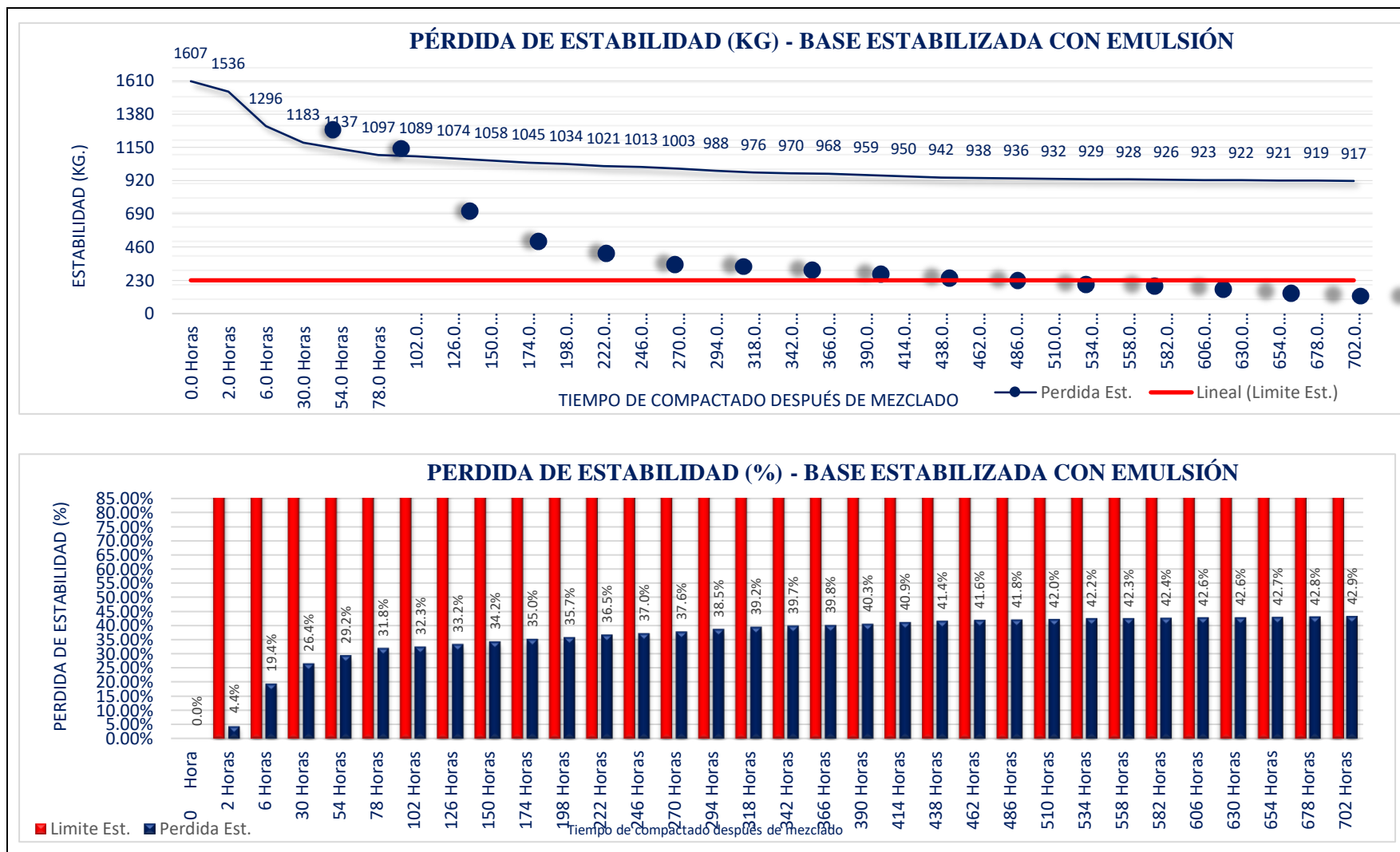


Figura 5: Resumen de pérdida de estabilidad a los 30 días

IV. DISCUSIÓN

Se comprobó lo que otros autores también habían mencionado, mejorando las características mecánicas del suelo, tomando como alternativa la estabilización con emulsión asfáltica.

Además, en concordancia con Suxe (2018) sobre la estabilización con emulsión asfáltica, es cierto que es mucho menos tedioso de realizarlo, en comparación con los otros tipos de estabilización existentes. A mi parecer, se debe incentivar a que los proyectos de inversión se desarrollen usando este tipo de estabilizante por ser más económico.

Por otro lado, no está normado, cual es el tiempo máximo en que se puede usar una mezcla de suelo estabilizado después de su preparación, precisamente esta tesis lo que pretende es dar un alcance de cuál es el tiempo máximo en que se puede utilizar la mezcla sin que pierda las características y cumpla los parámetros requeridos asegurando la calidad de la capa de pavimento para el cual ha sido diseñado.

V. CONCLUSIONES

- El tiempo máximo para compactar la base estabilizada con emulsión asfáltica después de ser preparada la mezcla, es de 2 horas, como máximo, porque posterior a esa hora, empieza a perderse la estabilidad, considerablemente.
- Durante los 30 días de ensayo, el material de la base estabilizada con emulsión tiene pérdida de estabilidad que va decreciendo con el pasar de los días, desde su preparación, inicia con una estabilidad de 1607 kg y llega al día 30 con una estabilidad de 917 kg (42.9 %), estando dentro de los requerimientos como tipo de estructura de un pavimento, en la normatividad del país, Especificaciones Generales de Carreteras (230 kg, como mínimo), lo que significa que si puede ser usado para su colocación cumpliendo el objetivo del diseño de un pavimento, tal como soportar la carga en un determinado tiempo.
- La curva de pérdida de estabilidad se realizó hasta las 702 horas, obtenida de esta manera: a las 0.0 horas 0%, a las 2 horas 4.4%, a las 6 horas 19.4%, a las 30 horas 26.4%, a las 54 horas 29.2%, a las 78 horas 31.8%, a las 102 horas 32.3%, a las 126 horas 33.2%, a las 150 horas 34.2%, a las 174 horas 35%, a las 198 horas 35.7%, a las 222 horas 36.5%, a las 246 horas 37%, a las 270 horas 37.6%, a las 294 horas 38.5%, a las 318 horas 39.2%, a las 342 horas 39.7%, a las 366 horas 39.8%, a las 390 horas 40.3%, a las 414 horas 40.9%, a las 438 horas 41.4%, a las 462 horas 41.6%, a las 486 horas 41.8%, a las 510 horas 42%, a las 534 horas 42.2%, a las 558 horas 42.3%, a las 582 horas 42.4%, a las 606 horas 42.6%, a las 630 horas 42.6%, a las 654 horas 42.7%, a las 678 horas 42.8% y a las 702 horas 42.9%.

VI. RECOMENDACIONES

- Como investigador, recomiendo que para compactar la base estabilizada con emulsión asfáltica después de ser preparada la mezcla sea antes de las 2 horas como máximo.
- Como lo indica las especificaciones y las buenas costumbres de su proceso ingenieril, para obtener una buena calidad en general de todos los materiales producidos industrialmente este material que, con mucha razón esta mezclada con emulsión, los materiales deberán ser acopiados y cubiertos con lonas totalmente suficiente que evite que el material se contamine.
- Previo la producción se requiere, calibración de los equipos para obtener los porcentajes que indica el diseño, así como la calidad de los agregados. El transporte, los volquetes debe ir cubierto para prever contaminación tanto del material, como la contaminación ambiental de su recorrido.

REFERENCIAS

- Caparó, E. y Escalante, L. (2015). *Estabilización de suelos con emulsión asfáltica in situ en la Av. Prolongación Andrés Avelino Cáceres, análisis comparativo* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/166>
- De la Cruz, R. (2010). *Diseño y Evaluación de un Afirmado Estabilizado con Emulsión Asfáltica, Aplicación: Carretera Cañete - Chupaca* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_dc9b0a813739652ec8b82f07556b5d65
- Gómez, F. (2017). *Uso y aplicaciones de las emulsiones asfálticas* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad José Carlos Mariátegui]. <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/265>
- Guevara, M.; Méndez, A. y Pimentel, J. (2010). *Diseño de mezclas asfálticas densas en frio basado en el Método Marshall modificado de Universidad de Illinois* [Tesis de pre grado, Universidad De El Salvador]. https://www.academia.edu/9677819/Diseno_de_mezclas_densas_en_frio
- Rosero, D. (2013). *Bases estabilizadas con emulsión asfáltica para pavimentos (aplicación Calle Nogales Parroquia Nayón L= 1.0 km)* [Tesis de pre grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/943>
- Suxe, R. (2018). *Aplicación de emulsión asfáltica para estabilizar el afirmado de la carretera Bagua Grande - Buena Vista, región Amazonas 2017* [Tesis de pre grado, Universidad César Vallejo]. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/29166>
- Vera, C. (2015). *Mejoramiento con emulsiones asfálticas de bases granulares, para pavimentos en la región Lambayeque* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/612>

Manuales de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales de Construcción" (EG-20 13) y el manual de carreteras "Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos"

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Consorcio JJC (2016). *Plan de Mejoramiento de Soluciones Basicas. Servicio de Gestión, Mejoramiento Y Conservación Vial Por Niveles De Servicio Del Corredor Vial: "Emp. Pe 04b – Sondor – Socchabamba – Vado Grande.*

ANEXOS

Instrumentos

Para la realización de los ensayos Marshall se utilizó los siguientes equipos y herramientas:



Prensa Marshall



Balanza Digital Capacidad
2500 gramos



Pedestal Marshall



Pisón Marshall



Moldes Marshall



Extractor de Briquetas



Horno para secado de muestras

Figura 6: Equipos y herramientas empleados

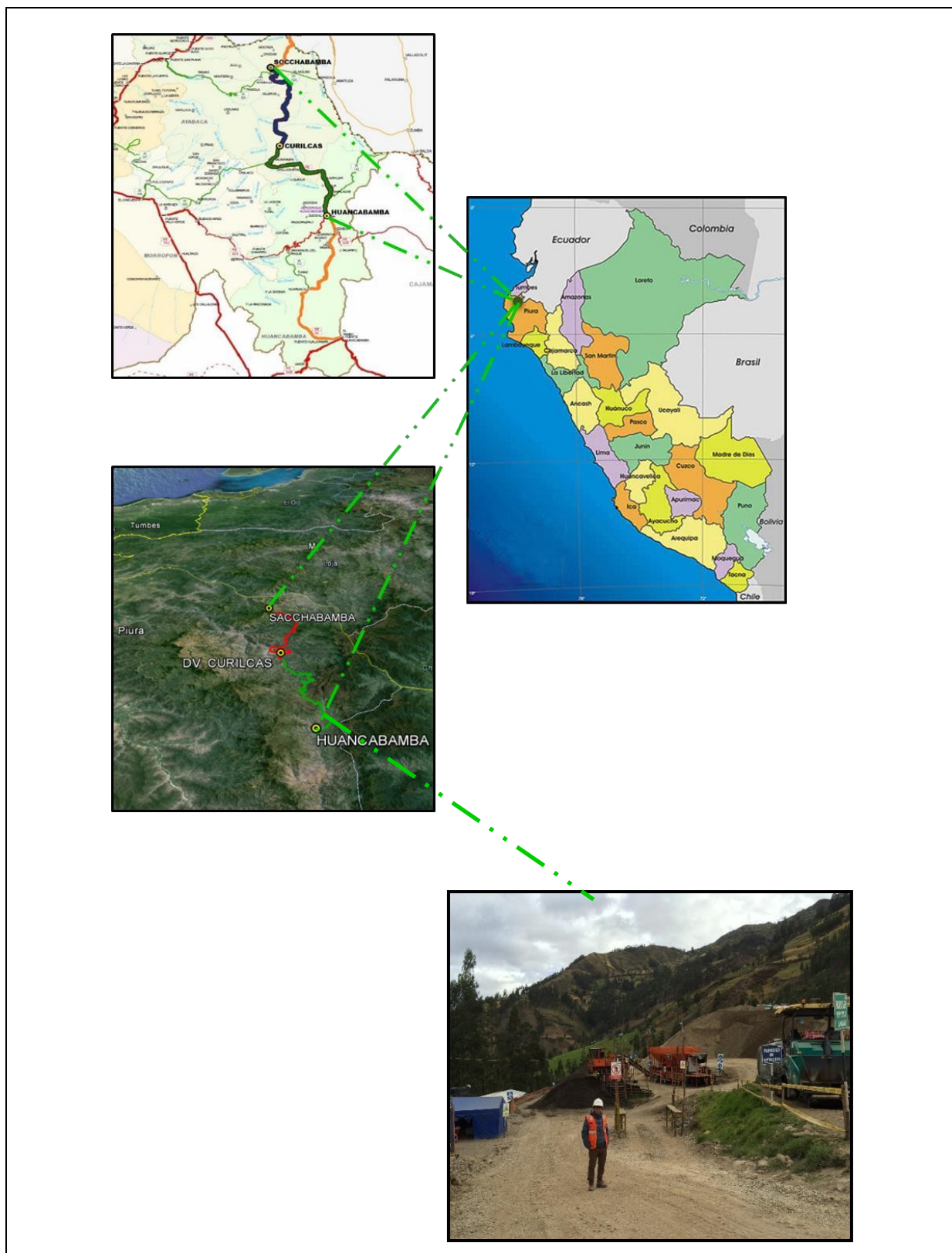


Figura 7: Ubicación de planta de suelos



Figura 8: Vistas fotográficas de cantera lucho



Figura 9: Vistas fotográficas de planta de suelos



Figura 10: Vistas fotográficas del transporte de material



Figura 11: Vistas fotográficas de la descarga de material de campo



Figura 12: Vistas fotográficas del extendido, conformación y acabado de la base estabilizada en campo



Figura 13: Vistas fotográficas del colocado riego de liga y slurry seal



Figura 14: Vistas fotográficas de la colocación de señalización

Validación de instrumentos

Procedimiento de Ensayo Marshall

Se realizó los siguientes procesos:

- Toma de muestra de base estabilizada con emulsión: Se mezcló en la Planta de Suelos Ubicada en Sapun Km 1839+500, 10 m³ de base granular con emulsión de rotura lenta CSS-1h. Esta mezcla se realizó a las 6:00 am del día lunes 9 de Julio del presente año 2018 y la muestra se tomó inmediatamente.



Figura 15: Toma de muestras de planta de suelos Sapun

- Preparación de las muestras para los ensayos Marshall: Se realizó la preparación de las muestras para los ensayos Marshall:
 - Se eliminó las gravas retenidas en el tamiz de 3/4"
 - La cantidad de material eliminado fue reemplazado por material pasante de 3/4" y retenido en el tamiz N°4
 - Se procedió a mezclar de forma homogénea la mezcla
 - Se procedió a pesar 32 muestras de 1200 gramos para cada briqueta a moldear.



Figura 16: Preparación de muestras para los ensayos Marshall



Figura 17: Moldeo de briquetas Marshall

- Moldeo de Briquetas Marshall: Se procedió a la compactación de las briquetas Marshall:
 - Moldeo el día 09-07-18 a horas 6:00 am (0 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 09-07-18 a horas 12:00 pm (2 horas después de mezclado)



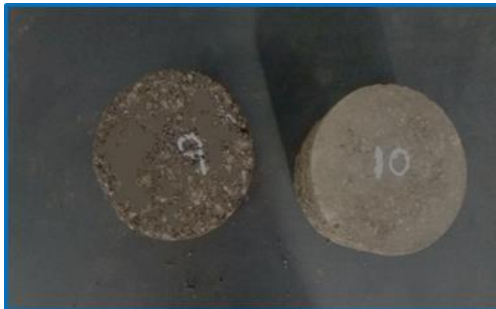
- Moldeo el día 09-07-18 a horas 12:00 pm (6 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 10-07-18 a horas 12:00 pm (30 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 11-07-18 a horas 12:00 pm (54 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 12-07-18 a horas 12:00 pm (78 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 13-07-18 a horas 12:00 pm (102 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 14-07-18 a horas 12:00 pm (126 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 15-07-18 a horas 12:00 pm (150 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 16-07-18 a horas 12:00 pm (174 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 17-07-18 a horas 12:00 pm (198 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 18-07-18 a horas 12:00 pm (222 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 19-07-18 a horas 12:00 pm (246 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 20-07-18 a horas 12:00 pm (270 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 21-07-18 a horas 12:00 pm (294 horas después de mezclado)



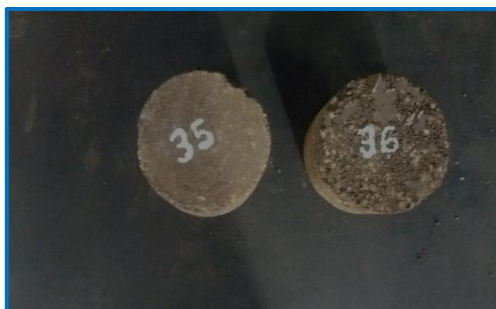
- Moldeo el día 22-07-18 a horas 12:00 pm (318 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 23-07-18 a horas 12:00 pm (342 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 24-07-18 a horas 12:00 pm (366 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 25-07-18 a horas 12:00 pm (390 horas después de mezclado)



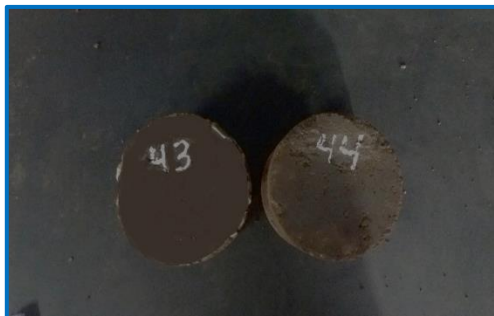
- Moldeo el día 26-07-18 a horas 12:00 pm (414 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 27-07-18 a horas 12:00 pm (438 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 28-07-18 a horas 12:00 pm (462 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 29-07-18 a horas 12:00 pm (486 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 30-07-18 a horas 12:00 pm (510 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 01-08-18 a horas 12:00 pm (534 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 02-08-18 a horas 12:00 pm (558 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 03-08-18 a horas 12:00 pm (582 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 04-08-18 a horas 12:00 pm (606 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 05-08-18 a horas 12:00 pm (630 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 06-08-18 a horas 12:00 pm (654 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 07-08-18 a horas 12:00 pm (678 horas después de mezclado)



- Moldeo el día 08-08-18 a horas 12:00 pm (702 horas después de mezclado)



Figura 18: Peso específico de las muestras compactadas

- Peso Específico de las Muestras compactadas: Se realizó el procedimiento para obtener el peso específico compactado de las briquetas molidas.



Figura 19: Rotura de briquetas Marshall

- Rotura de las briquetas Marshall: Se realizó las Roturas en la Prensa Marshall luego de una hora de moldeadas, obteniendo las estabilidades de cada espécimen ensayado.
- Contenido de Humedad: Luego de realizado el ensayo de rotura, se procedió a tomar una fracción de cada briqueta para obtener el contenido de humedad.

Tablas de Pérdida de Estabilidad.

Tabla 6.

A las 2 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 2

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 02
DÍA	1	1
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	2 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1536
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	71	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	4.40	

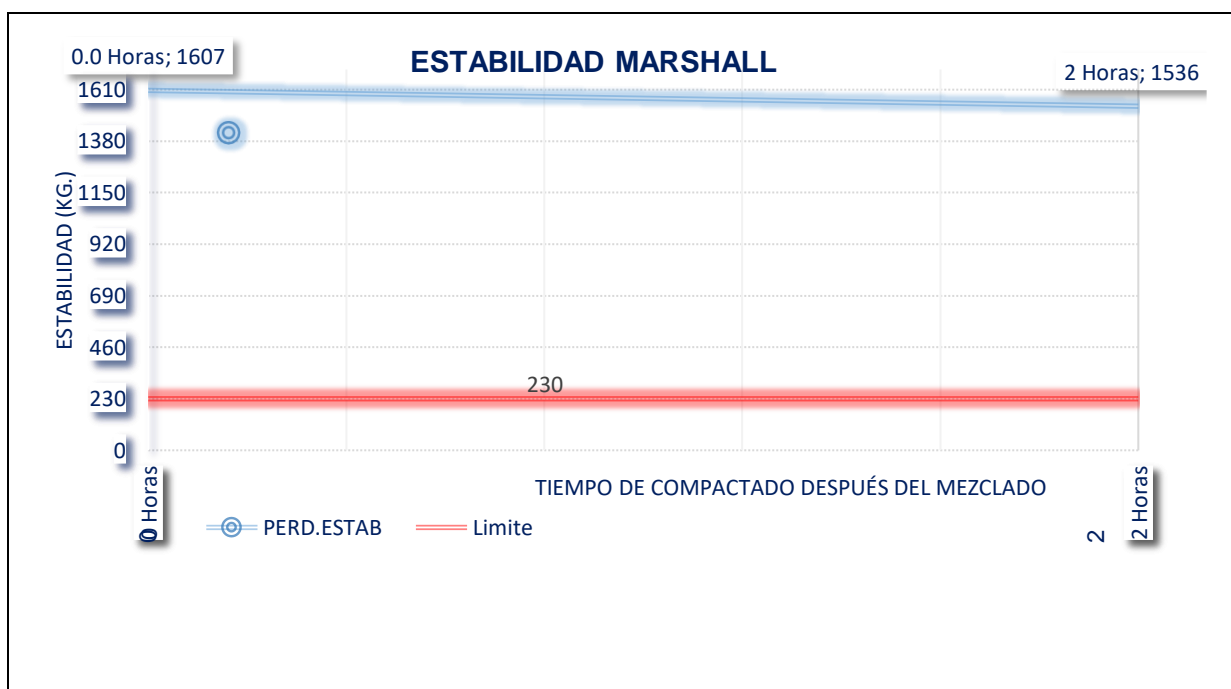


Figura 20: Estabilidad del Ensayo N° 2

Se obtuvo un resultado de 1536 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 4.40 % en 02 HORAS (Día 1), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 7
A las 6 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 3

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 03
DÍA	1	1
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	6 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1296
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	311	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	19.4	

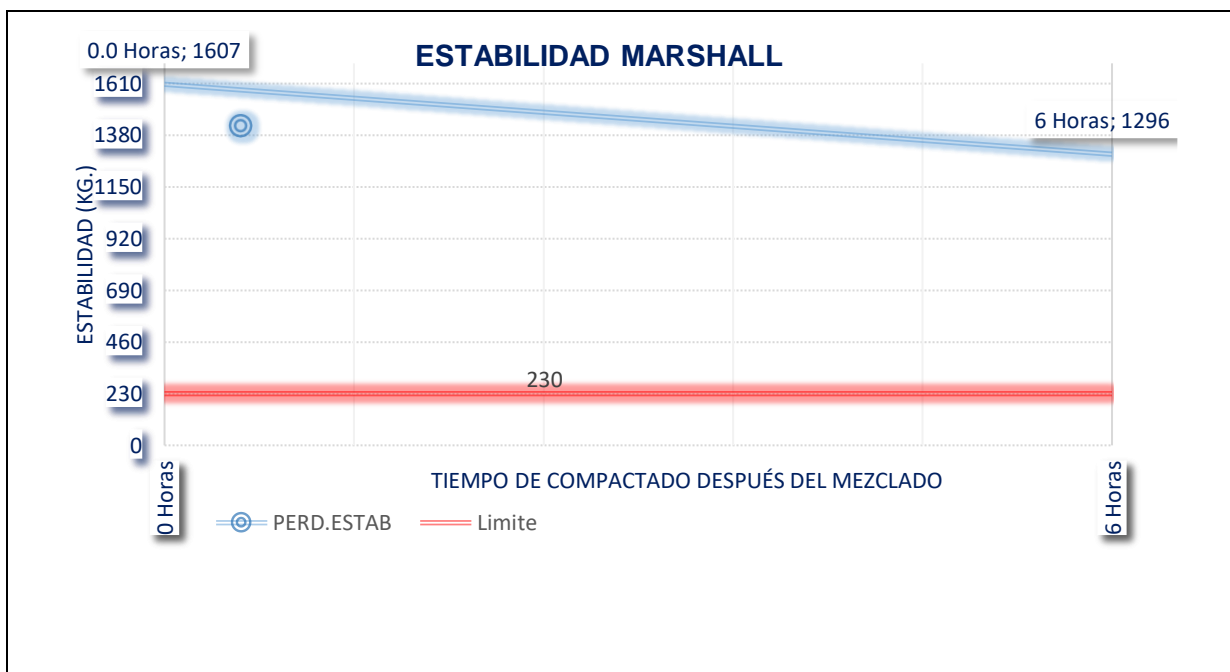


Figura 21: Estabilidad del Ensayo N° 3

Se obtuvo un resultado de 1296 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 19.40% en 06 HORAS (DIA 1), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 8
A las 30 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 4

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 04
DÍA	1	2
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	30 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1183
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	424	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	26.4	

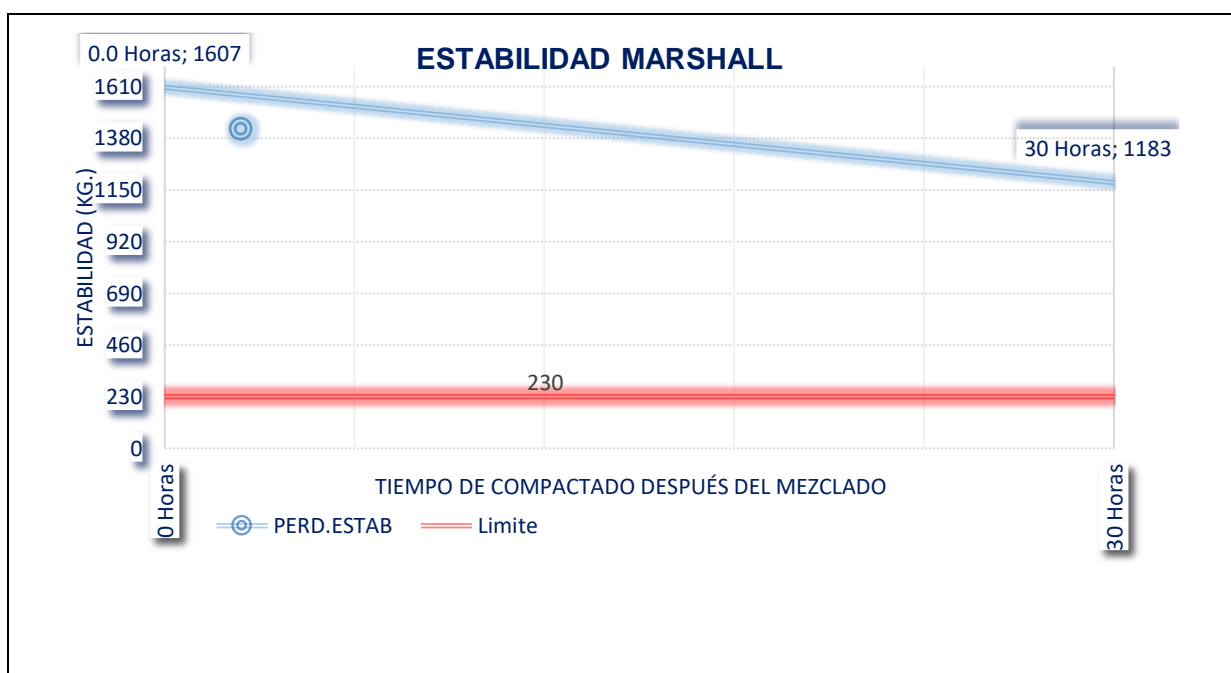


Figura 22. Estabilidad del Ensayo N° 4

Se obtuvo un resultado de 1183 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 26.40% en 30 HORAS (DIA 2), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 9
A las 54 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 5

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 05
DÍA	1	3
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	54 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1137
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	469	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	29.2	

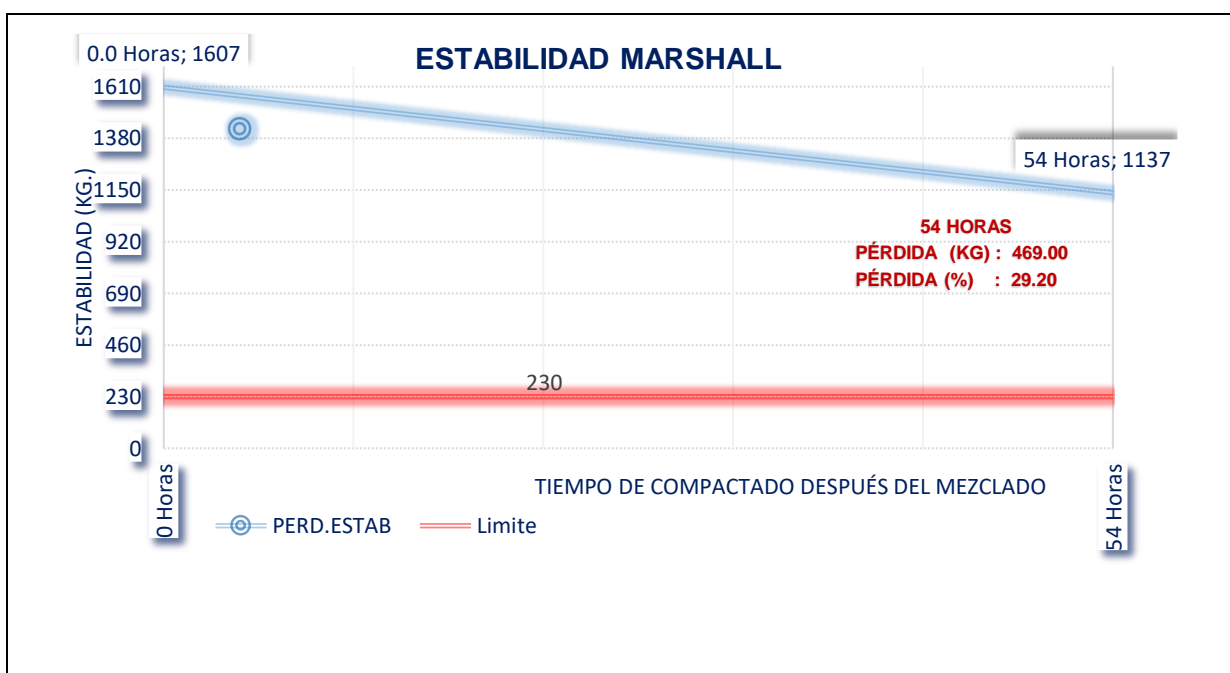


Figura 23. Estabilidad del Ensayo N° 5

Se obtuvo un resultado de 1137 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 29.20% en 54 HORAS (Día 3) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 10

A las 78 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 6

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 06
DÍA	1	4
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	78 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1097
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	510	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	31.8	

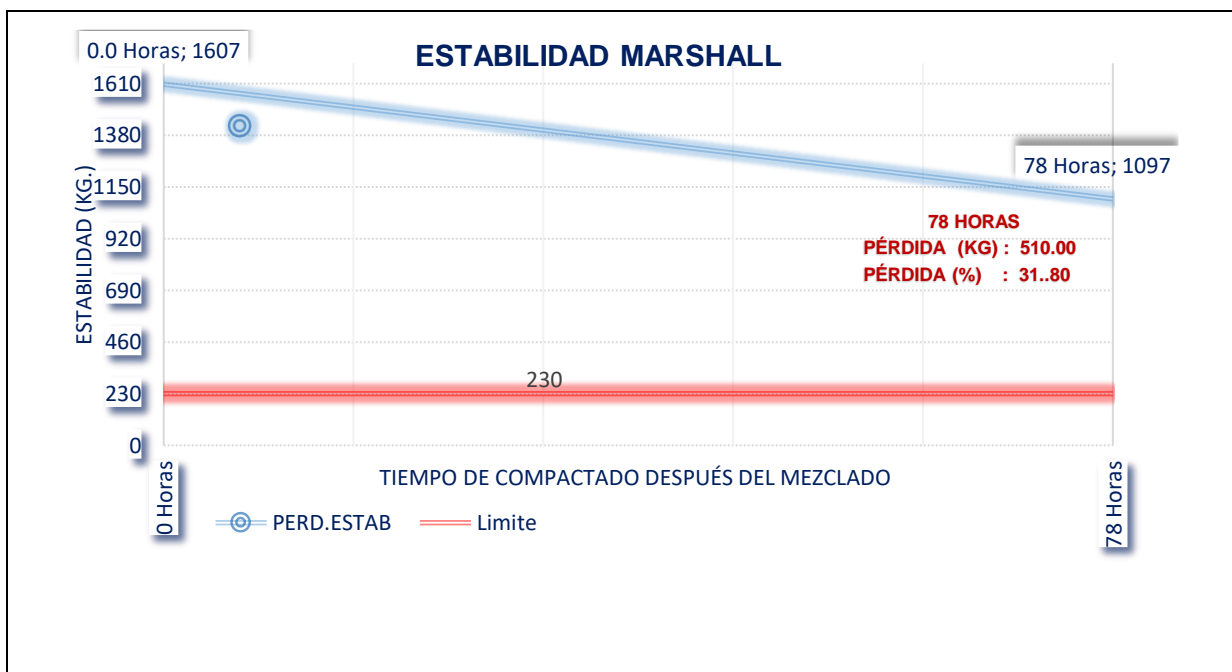


Figura 24. Estabilidad del Ensayo N° 6

Se obtuvo un resultado de 1097 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 31.80% en 78 HORAS (DÍA 4) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 11

A las 102 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 7

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 07
DÍA	1	5
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	102 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1089
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	518	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	32.3	

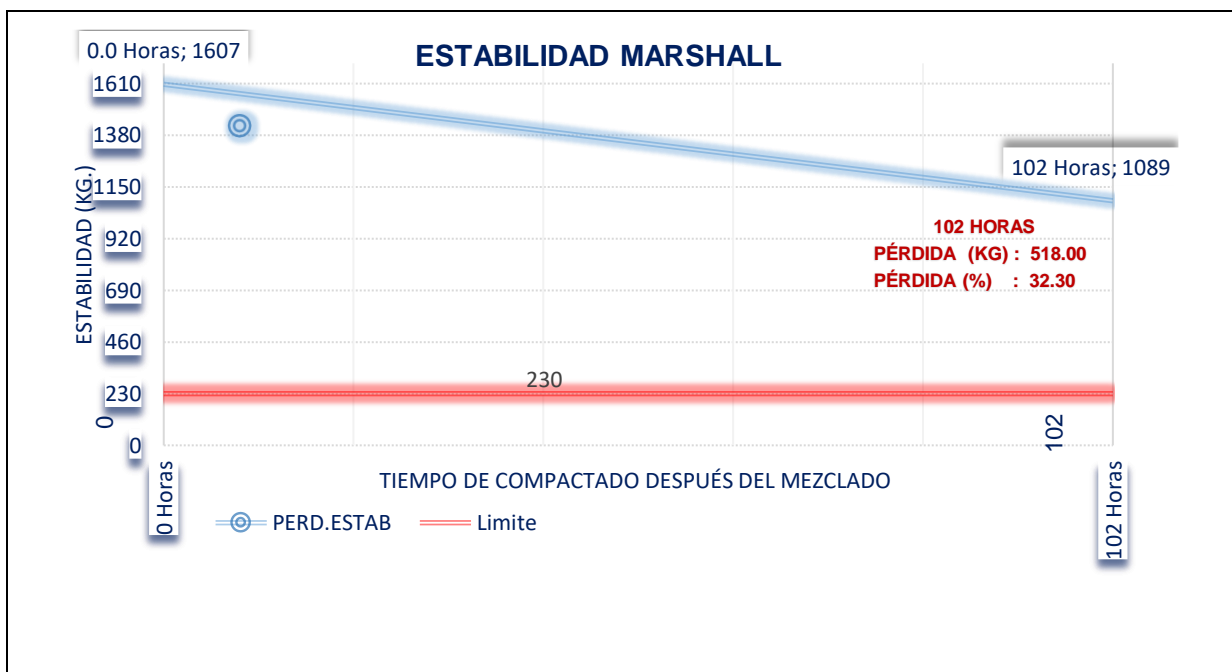


Figura 25. Estabilidad del Ensayo N° 7

Se obtuvo un resultado de 1089 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 32.30% en 102 HORAS (DIA5) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 12

A las 126 horas de la preparación de mezcla- ensayo n° 8

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 08
DÍA	1	6
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	126 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1074
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	533	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	33.2%	

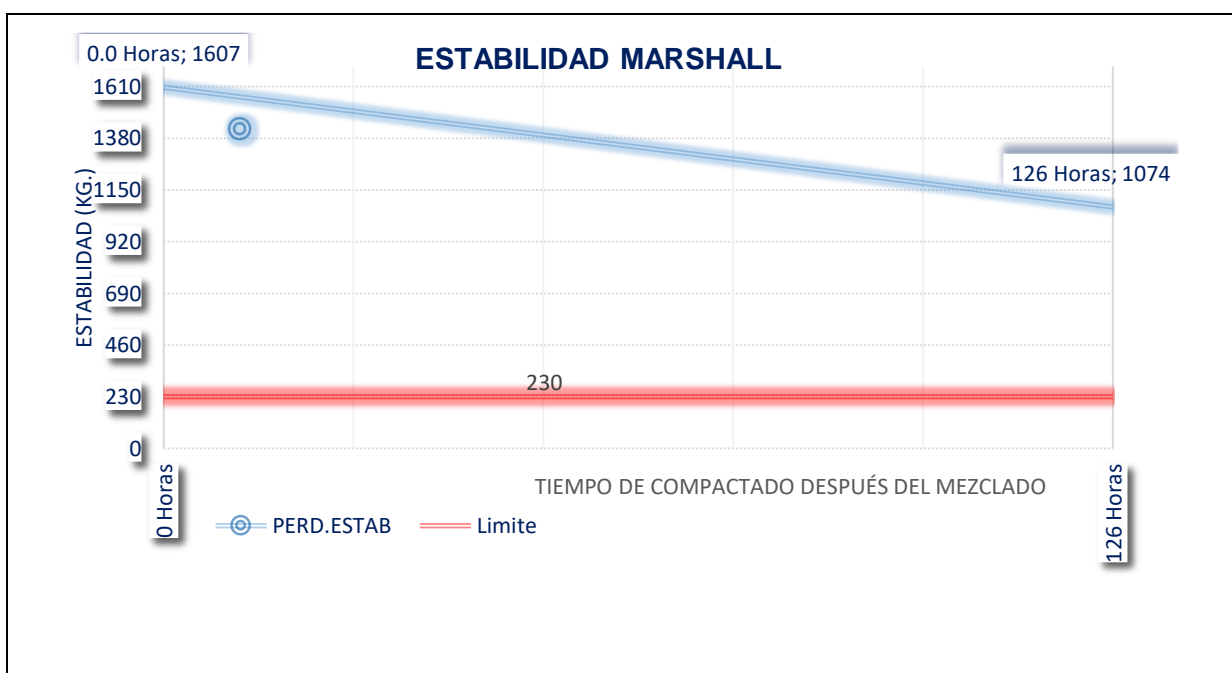


Figura 26. Estabilidad del Ensayo N° 8

Se obtuvo un resultado de 1074 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 33.20% en 126 HORAS (DIA6) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 13

A las 150 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 9

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 09
DÍA	1	7
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	150 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1058
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	549	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	34.2	

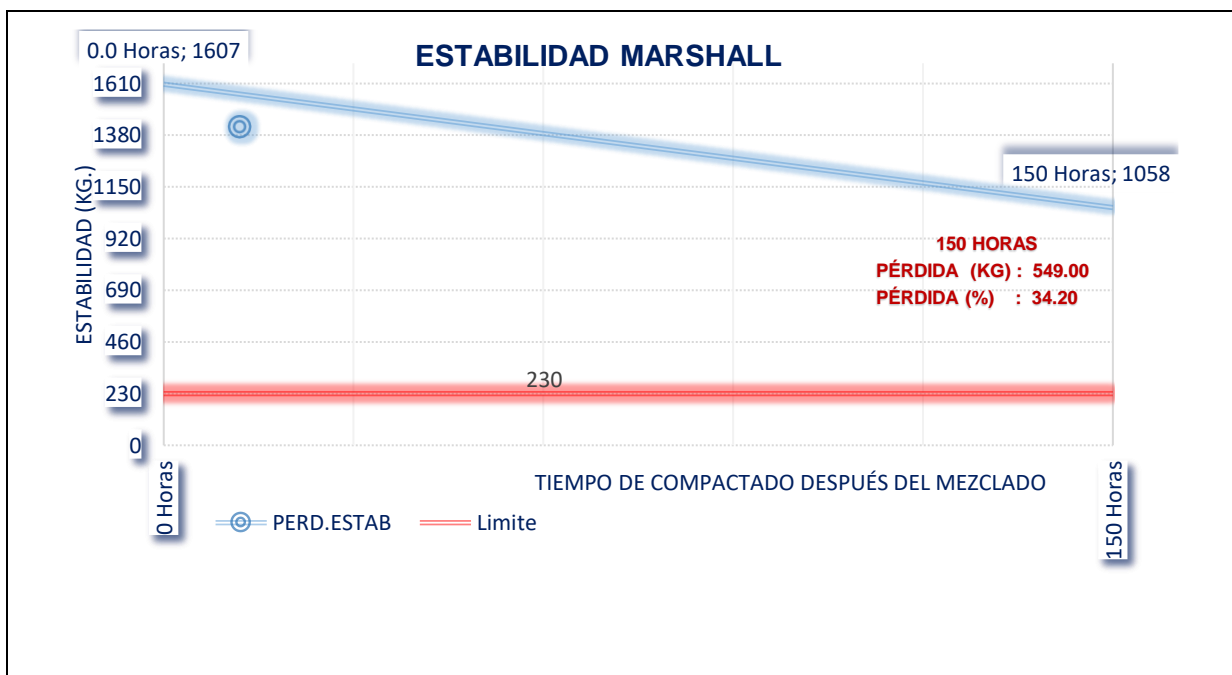


Figura 27. Estabilidad del Ensayo N° 9

Se obtuvo un resultado de 1058 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 34.20% en 150 HORAS (DIA 7) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 14

A las 174 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 10

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 10
DÍA	1	8
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	174 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1045
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	562	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	35	

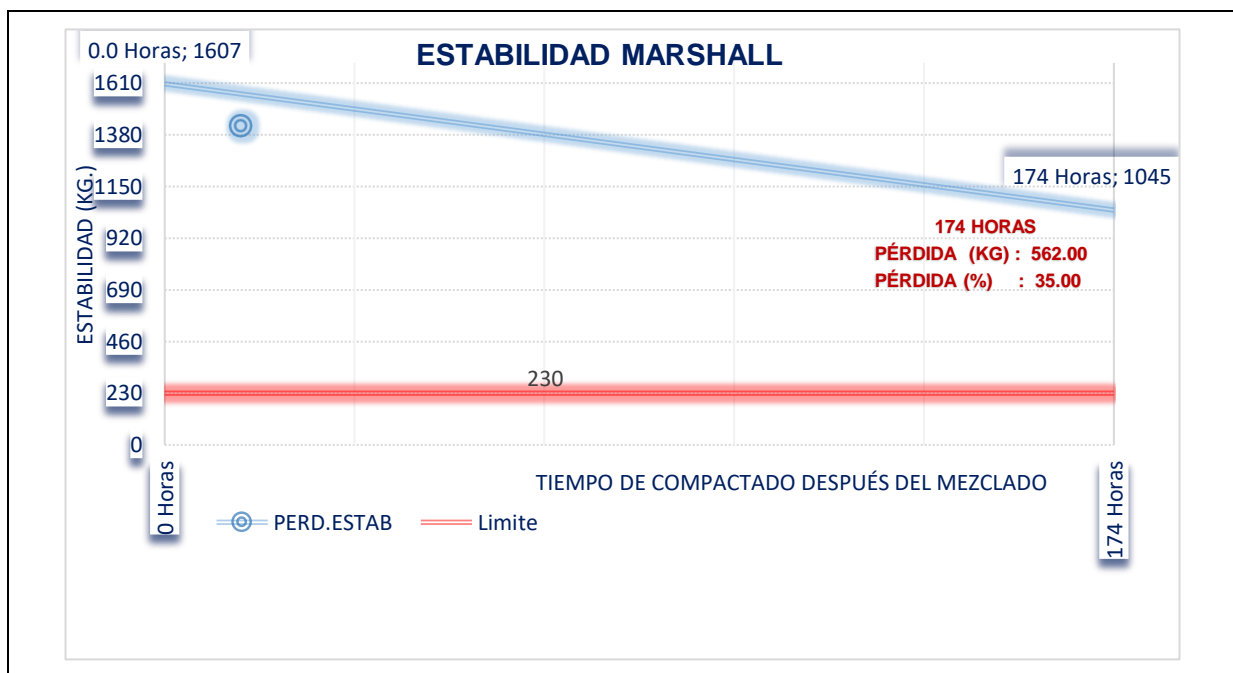


Figura 28. Estabilidad del Ensayo N° 10

Se obtuvo un resultado de 1045 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 35.00% en 174 HORAS (DIA 8) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 15

A las 198 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 11

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 1
DÍA	1	9
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	198 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1034
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	573	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	35.7	

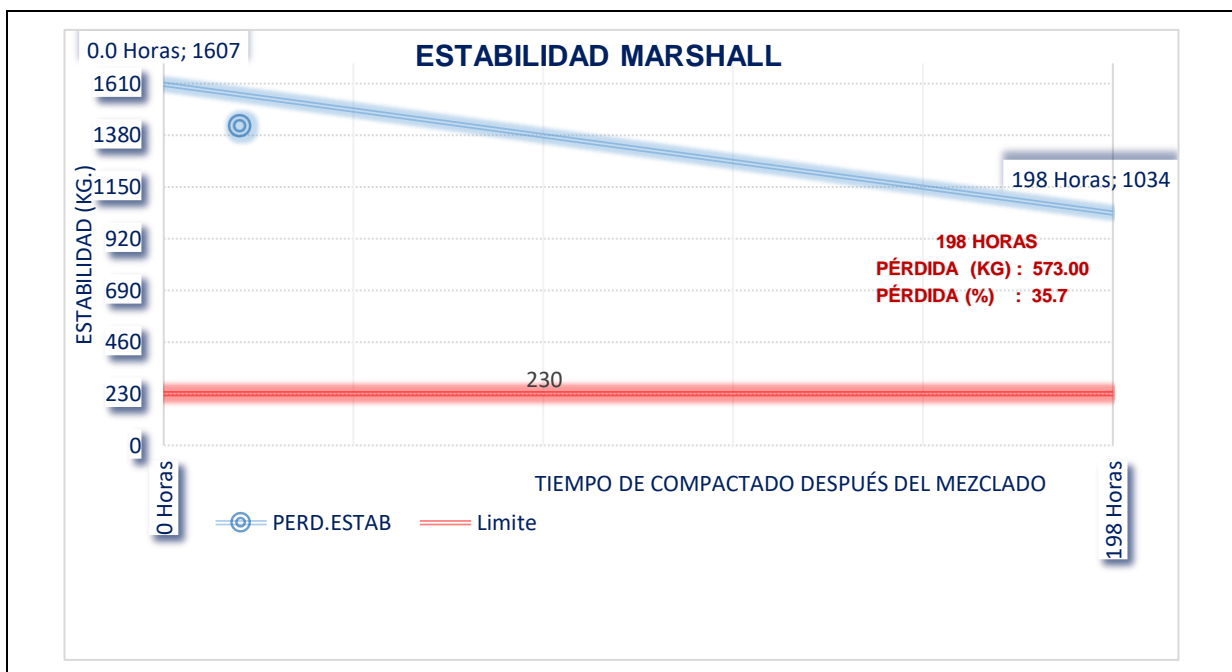


Figura 29. Estabilidad del Ensayo N° 11

Se obtuvo un resultado de 1034 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 35.70% en 198 HORAS (DIA 9) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 16

A las 222 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 12

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 12
DÍA	1	10
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	222 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1021
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	586	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	36.5	

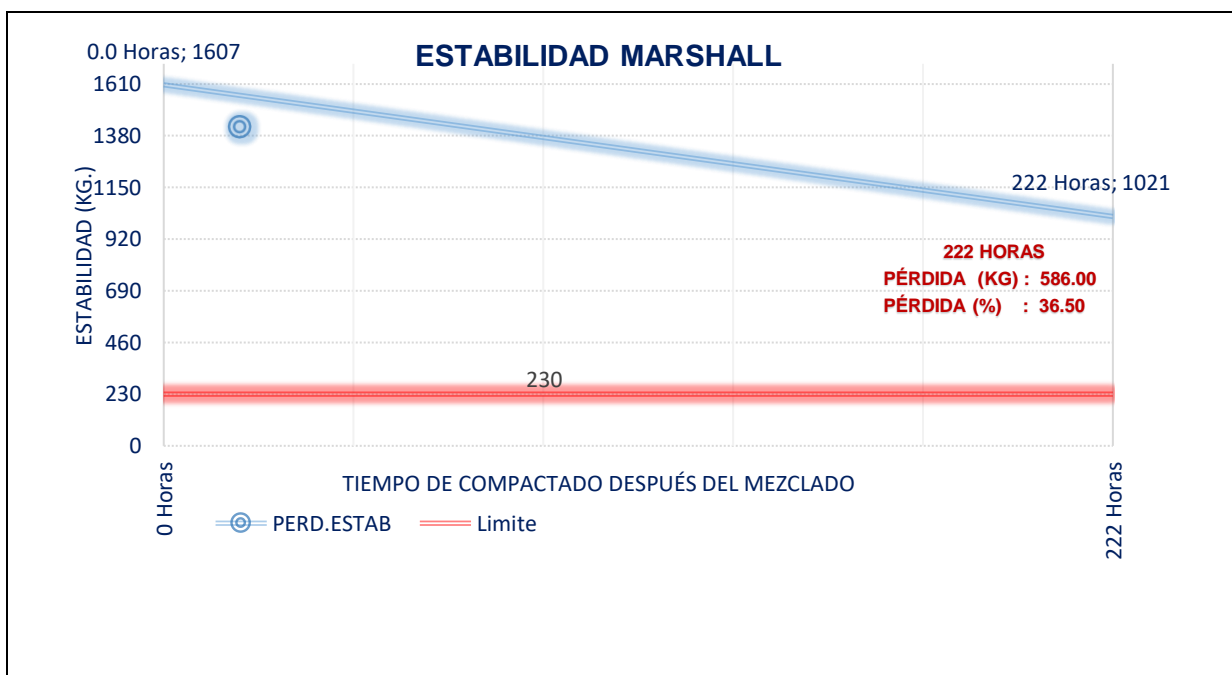


Figura 30. Estabilidad del Ensayo N° 12

Se obtuvo un resultado de 1021 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 36.50% en 222 HORAS (DÍA 10) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 17

A las 246 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 13

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 13
DÍA	1	11
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	246 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1013
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	594	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	37	

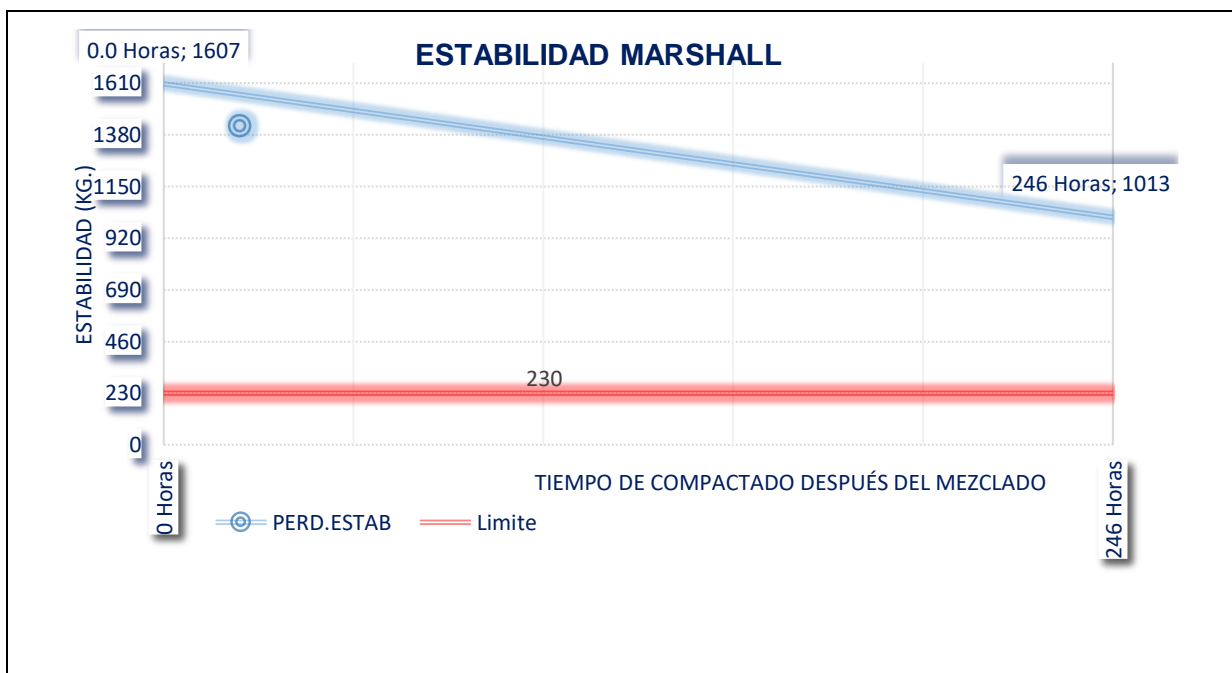


Figura 31. Estabilidad del Ensayo N°13

Se obtuvo un resultado de 1013 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 37.00% en 246 HORAS (DIA 11) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 18

A las 270 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 14

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 14
DÍA	1	12
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	270 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	1003
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	604	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	37.6	

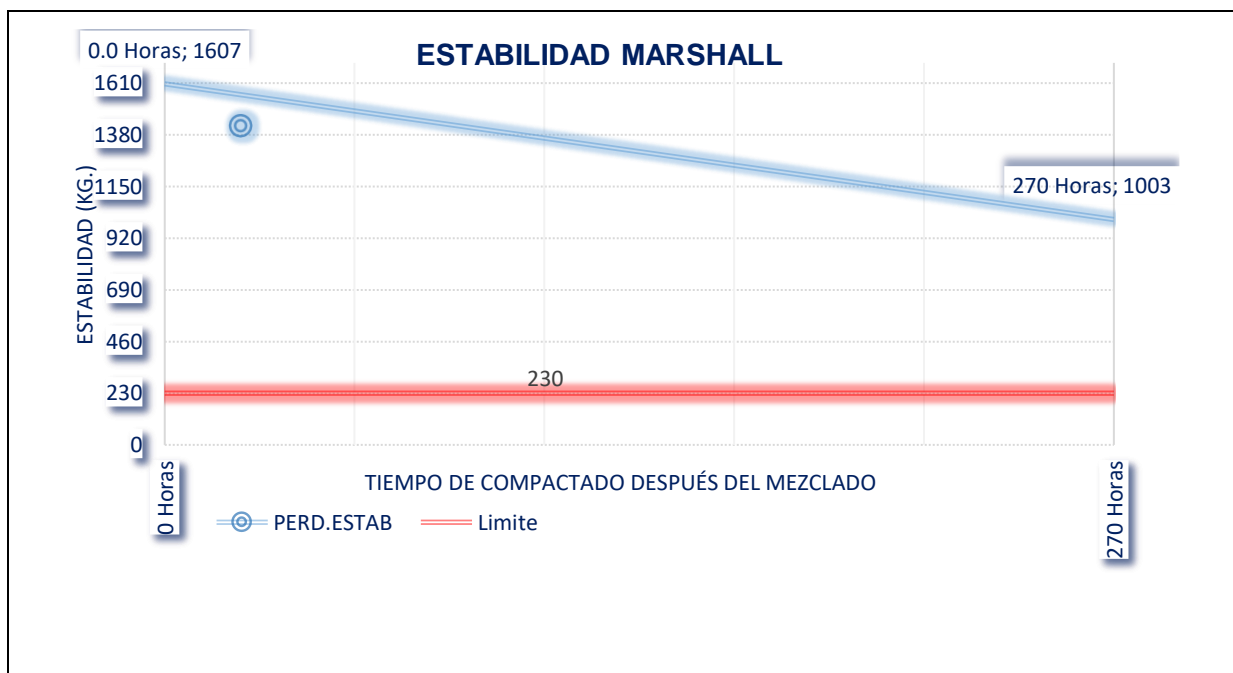


Figura 32. Estabilidad del Ensayo N° 14

Se obtuvo un resultado de 1003 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 37.60% en 270 HORAS (DIA 12) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 19

A las 294 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 15

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 15
DÍA	1	13
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	294 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	988
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	618	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	38.5	

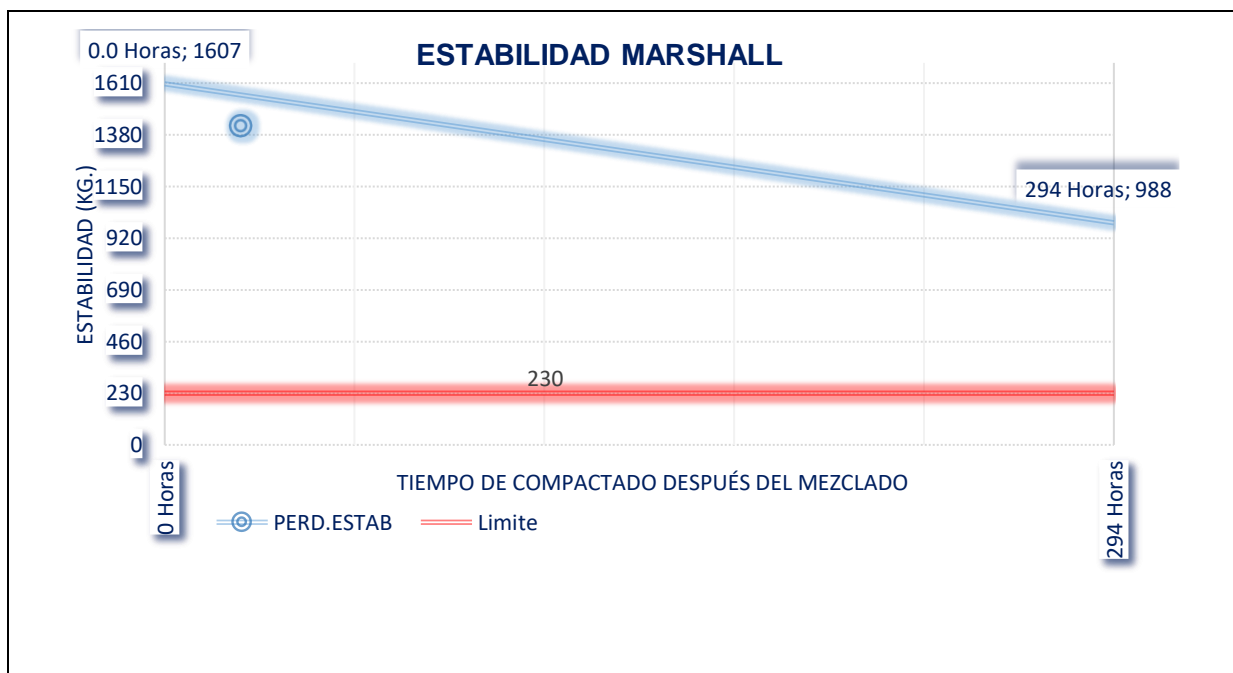


Figura 33. Estabilidad del Ensayo N° 15

Se obtuvo un resultado de 988 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 38.50% en 294 HORAS (DIA 13) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 20

A las 318 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 16

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 16
DÍA	1	14
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	318 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	976
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	630	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	39.2	

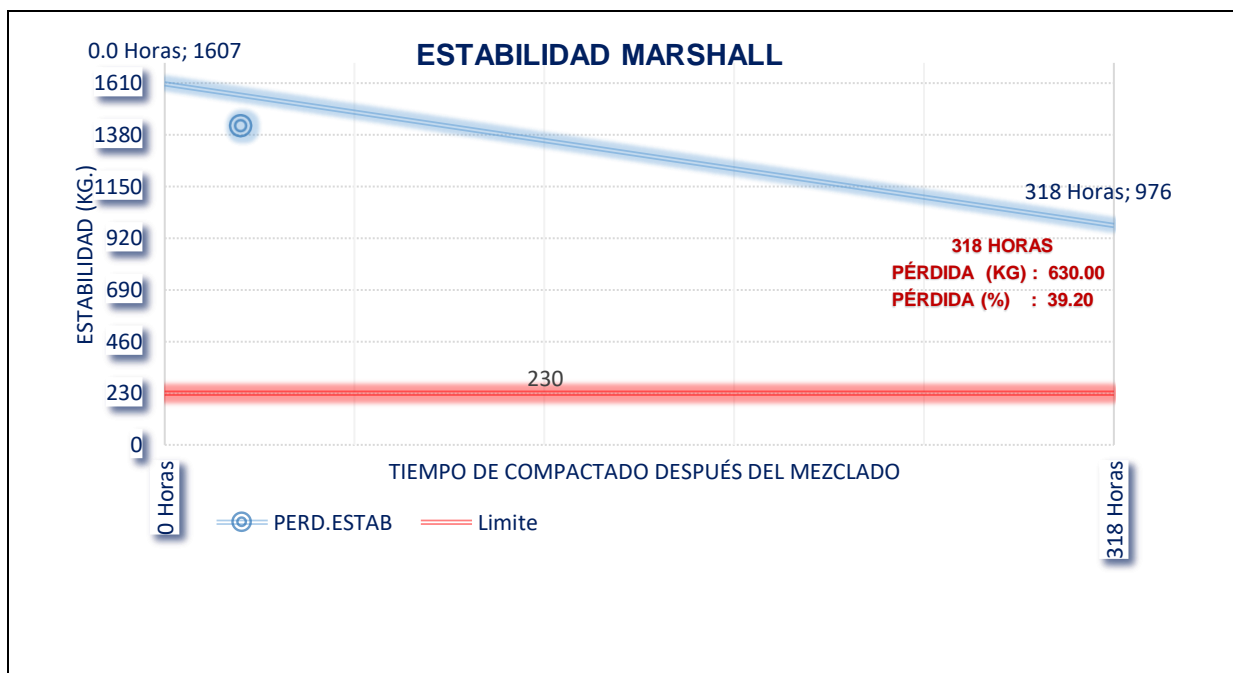


Figura 34. Estabilidad del Ensayo N°16

Se obtuvo un resultado de 976 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 39.20% en 318 HORAS (DIA 14) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 21

A las 342 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 17

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 17
DÍA	1	15
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	342 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	970
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	637	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	39.7	

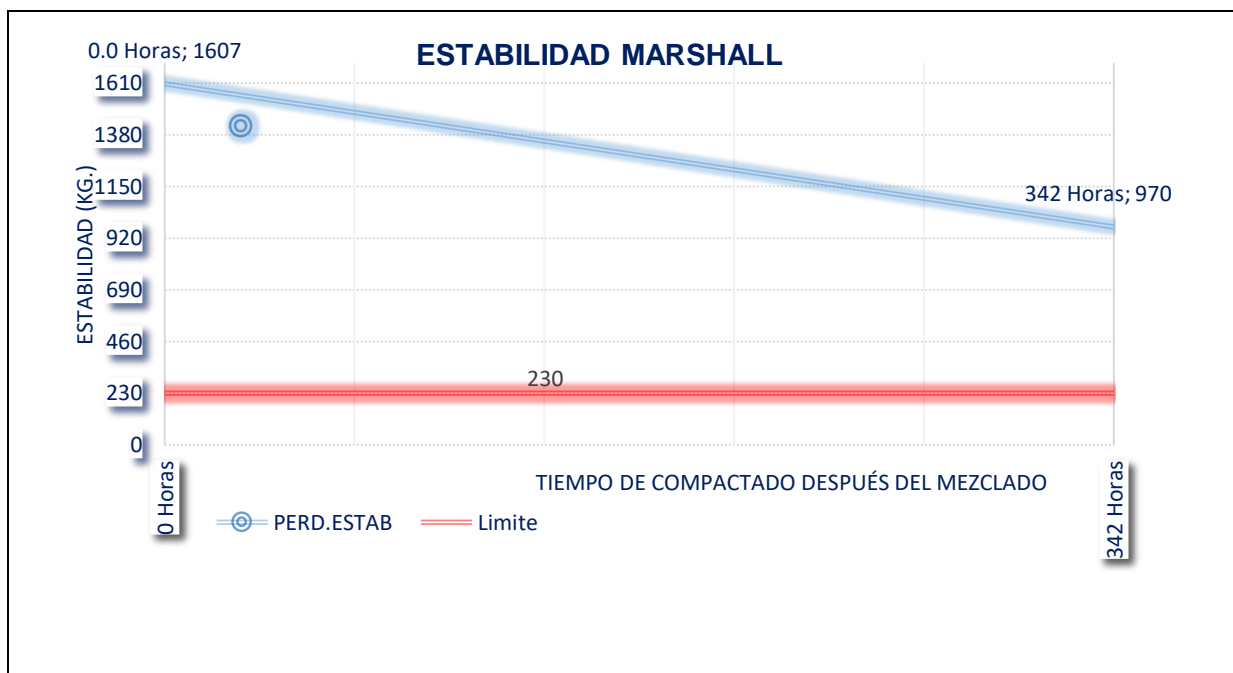


Figura 35. Estabilidad del Ensayo N° 17

Se obtuvo un resultado de 970 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 39.70% en 342 HORAS (DIA 15) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 22

A las 366 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 18

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 18
DÍA	1	16
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	366 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	968
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	639	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	39.8	

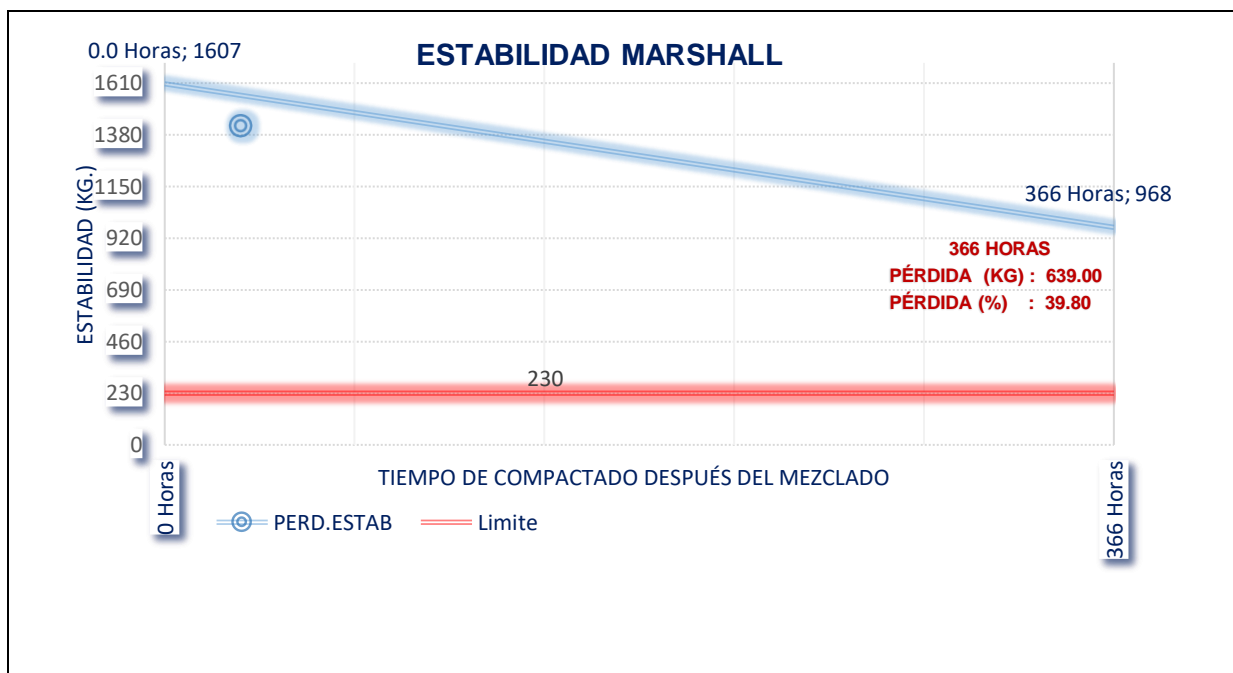


Figura 36. Estabilidad del Ensayo N°18

Se obtuvo un resultado de 968 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 39.80% en 366 HORAS (DIA 16) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 23

A las 390 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 19

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 19
DÍA	1	17
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	390 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	959
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		648
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		40.3

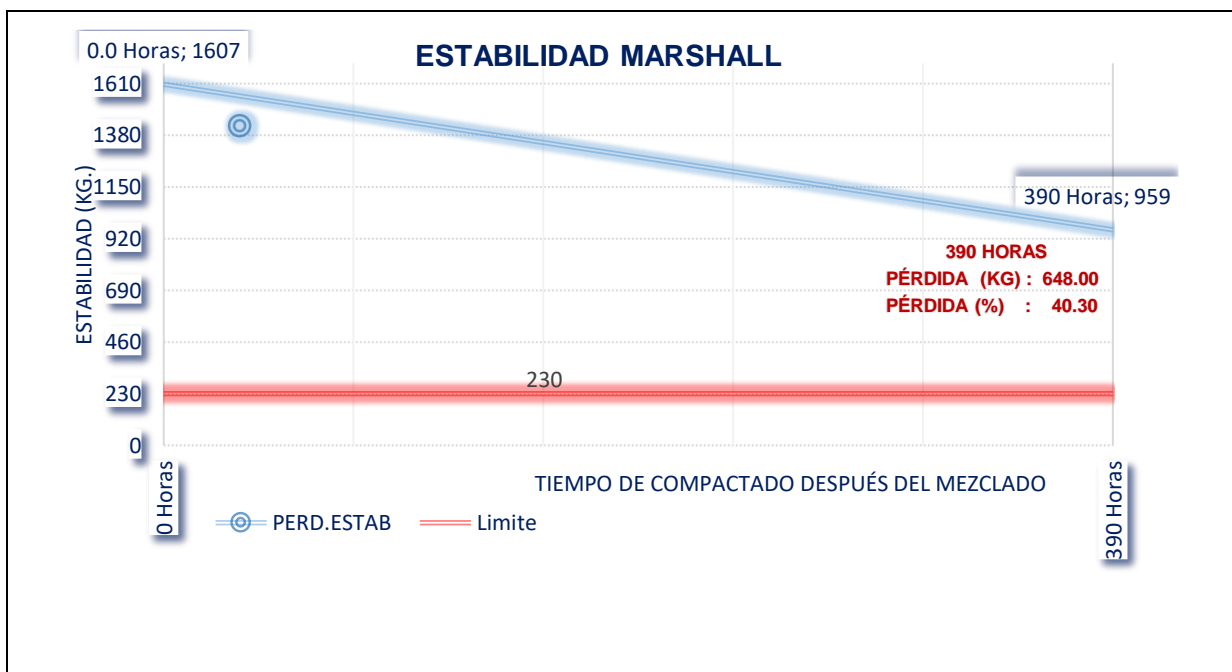


Figura 37. Estabilidad del Ensayo N° 19

Se obtuvo un resultado de 959 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 40.30 % en 390 HORAS (DIA 17) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 24

A las 414 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 20

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 20
DÍA	1	18
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	414 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	950
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	657	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	40.9	

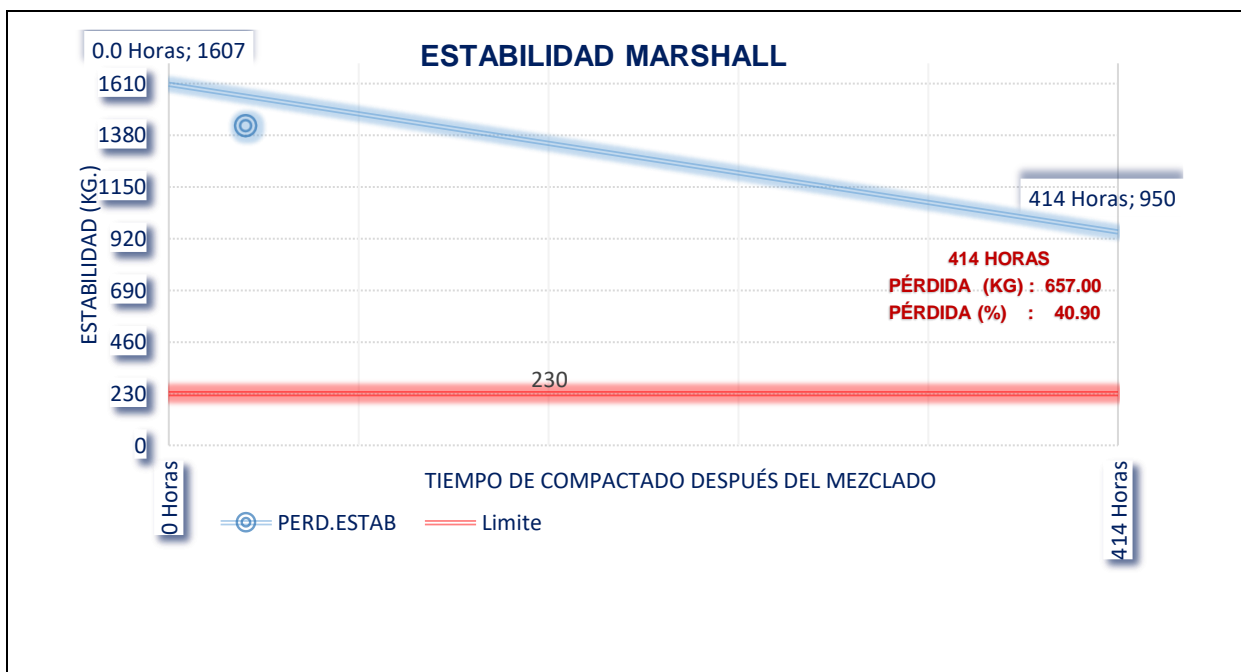


Figura 38: Estabilidad del Ensayo N° 20

Se obtuvo un resultado de 950 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 40.90 % en 414 HORAS (DIA 18) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 25

A las 438 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 21

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 21
DÍA	1	19
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	438 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	942
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	665	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	41.4	

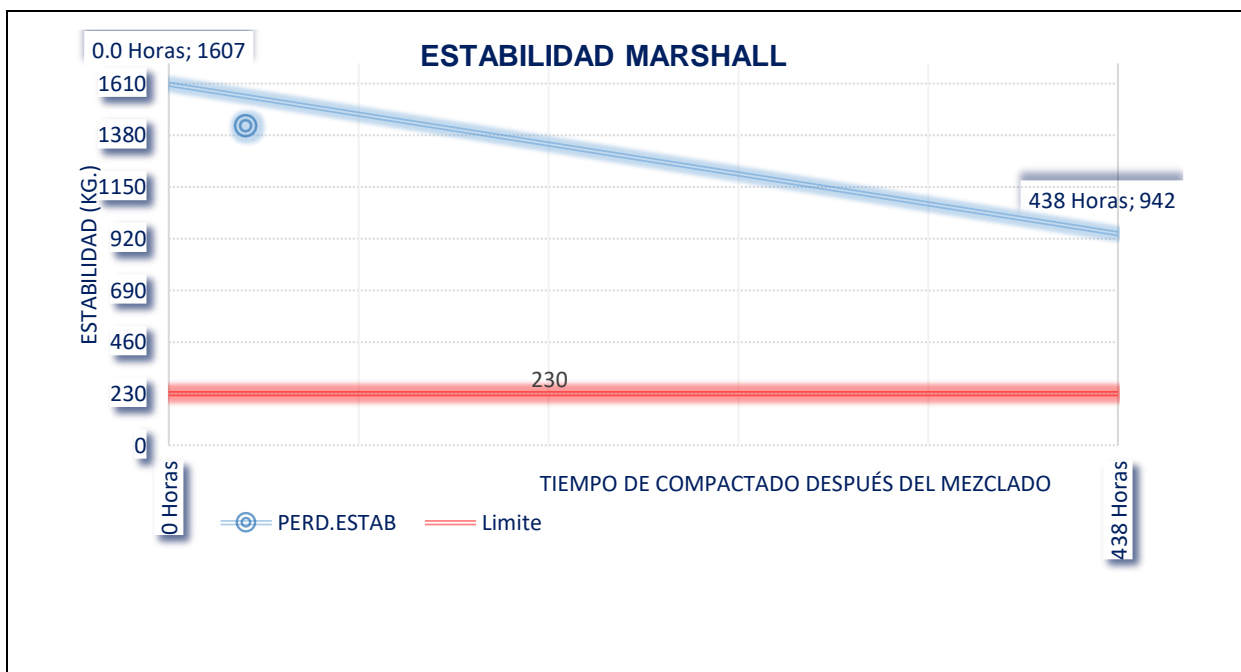


Figura 39: Estabilidad del Ensayo N° 21

Se obtuvo un resultado de 942 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 41.40 % en 438 HORAS (DIA 19) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 26

A las 462 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 22

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 22
DÍA	1	20
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	462 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	938
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	668	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	41.6	

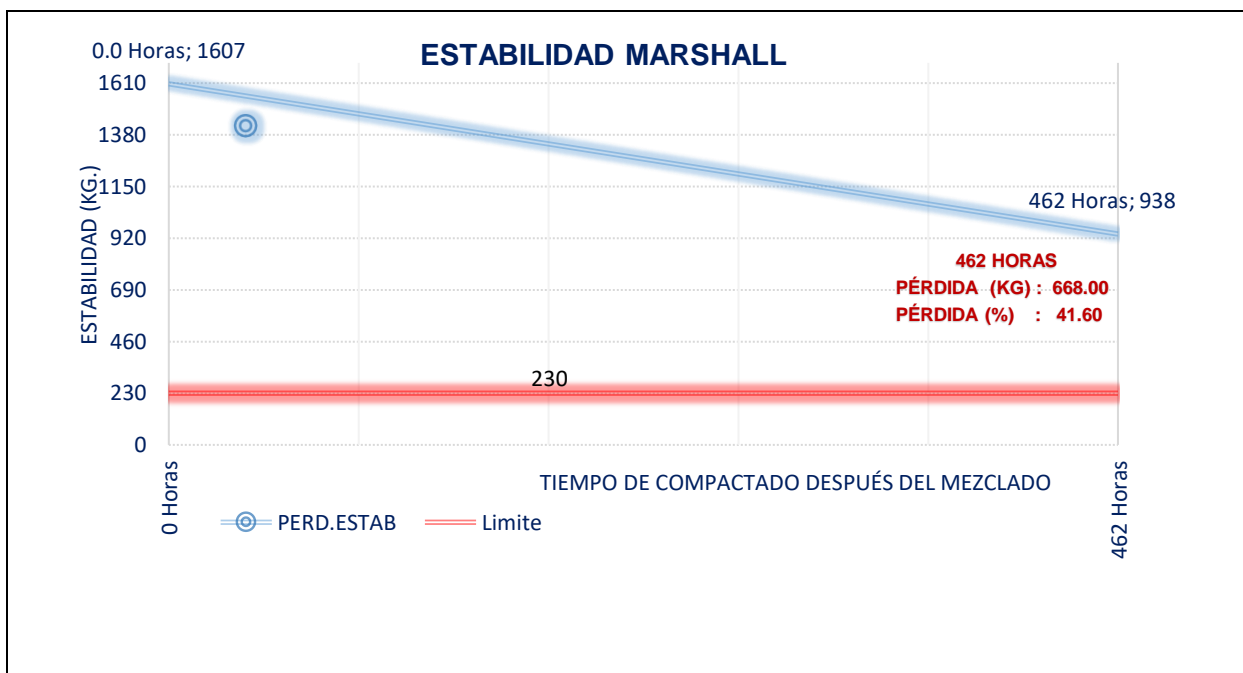


Figura 40: Estabilidad del Ensayo N° 22

Se obtuvo un resultado de 938 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 41.60 % en 462 HORAS (DIA 20) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 27

A las 486 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 23

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 23
DÍA	1	21
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	486 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	936
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	671	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	41.8	

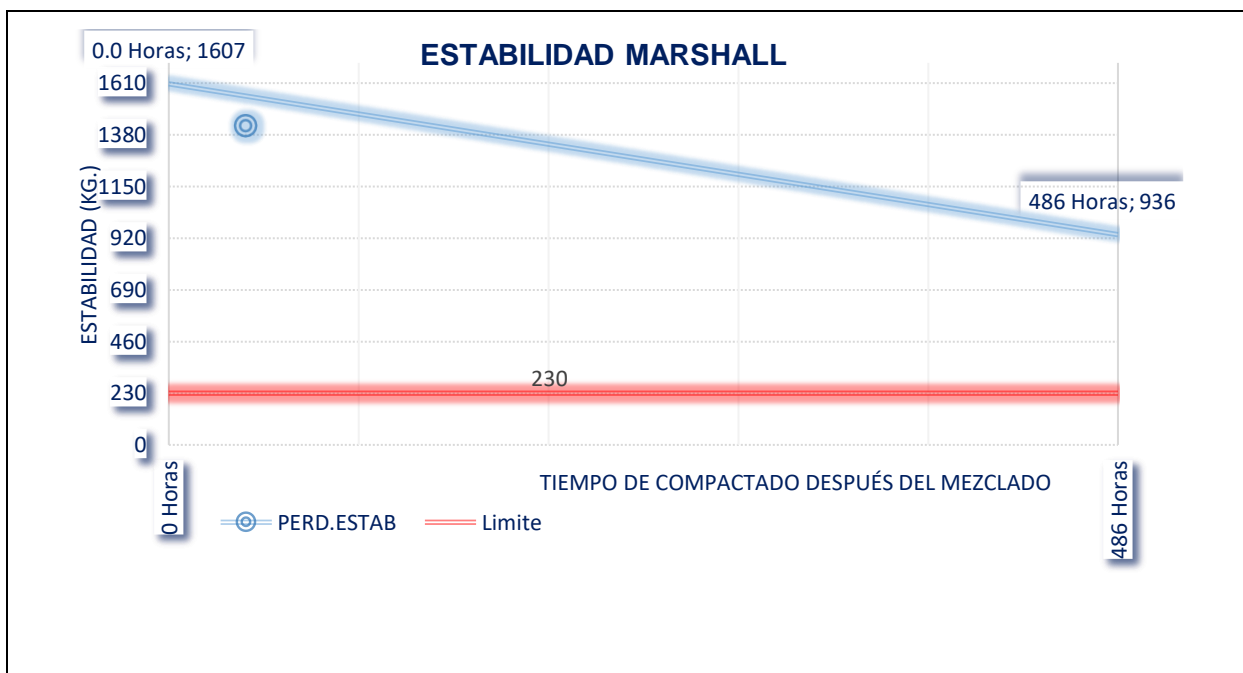


Figura 41. Estabilidad del Ensayo N° 23

Se obtuvo un resultado de 936 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 41.80 % en 486 HORAS (DIA 21) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 28

A las 510 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 24

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 24
DÍA	1	22
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	510 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	932
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	674	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	42.0	

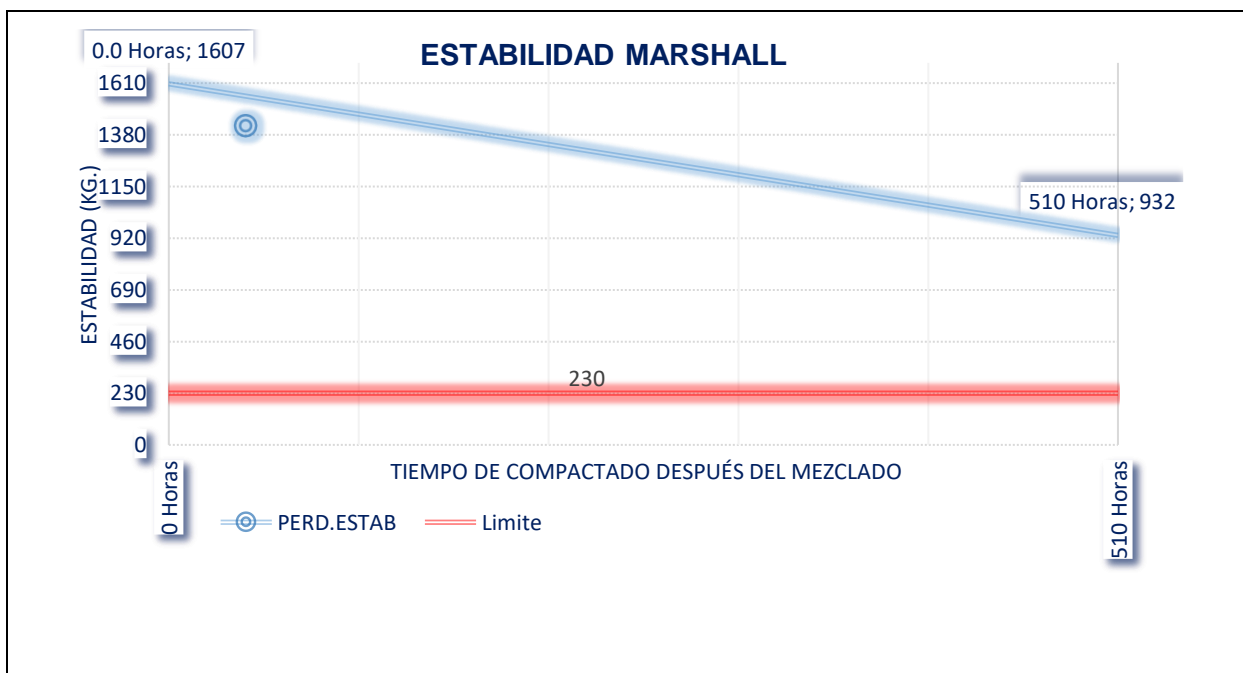


Figura 42: Estabilidad del Ensayo N° 24

Se obtuvo un resultado de 932 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.00 % en 510 HORAS (DIA 22), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 29

A las 534 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 25

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 25
DÍA	1	23
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	534 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	929
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	677	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	42.2	

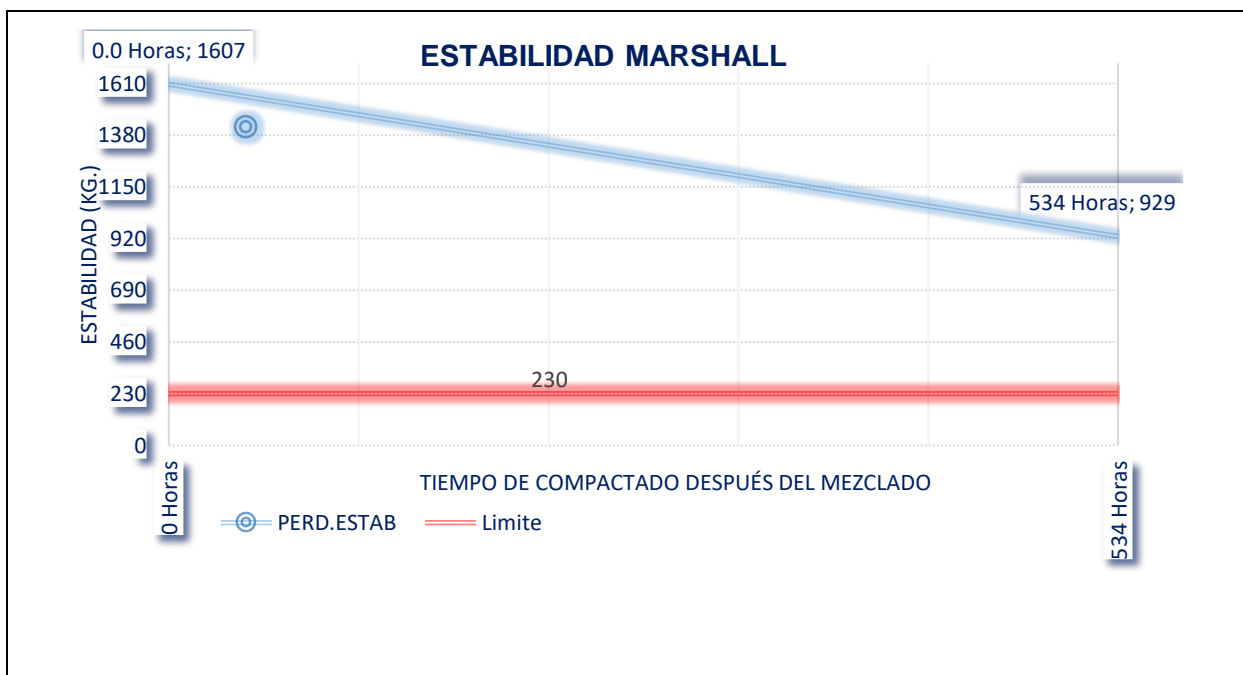


Figura 43. Estabilidad del Ensayo N° 25

Se obtuvo un resultado de 929 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.20 % en 534 HORAS (DÍA 23), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 30

A las 558 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 26

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 26
DÍA	1	24
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	558 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	928
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	679	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	42.3	

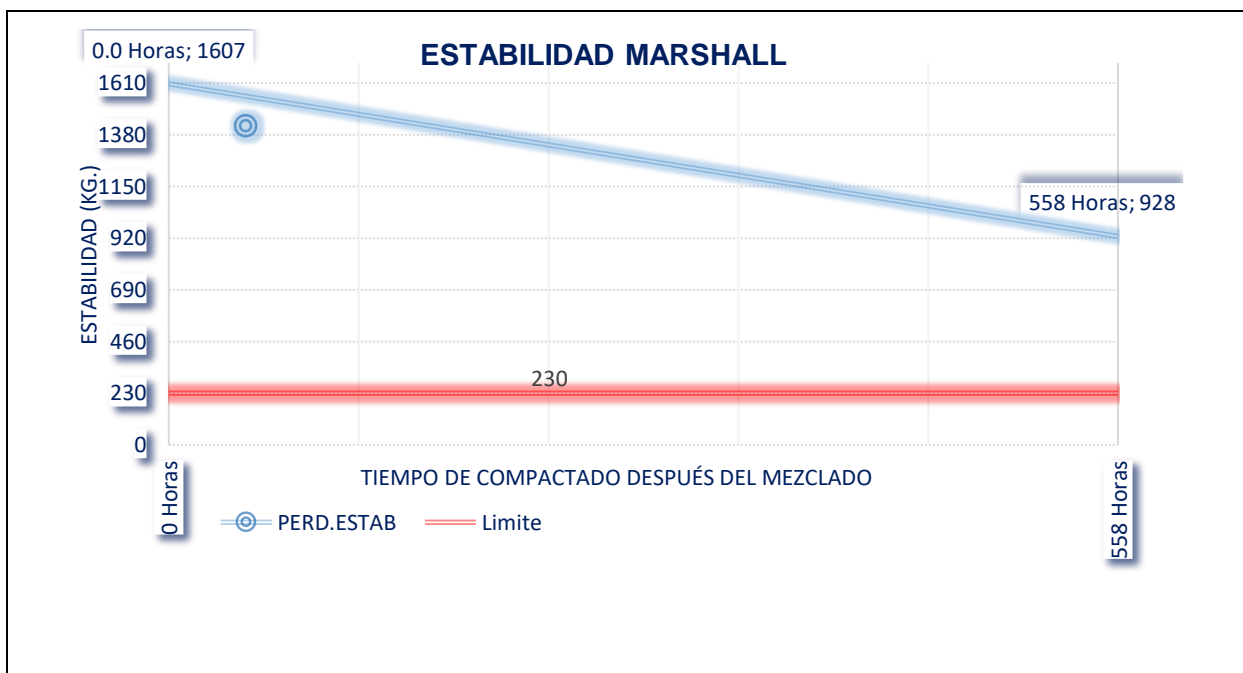


Figura 44. Estabilidad del Ensayo N° 26

Se obtuvo un resultado de 928 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.30 % en 558 HORAS (DIA 24), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 31

A las 582 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 27

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 27
DÍA	1	25
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	582 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	926
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	681	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	42.4	

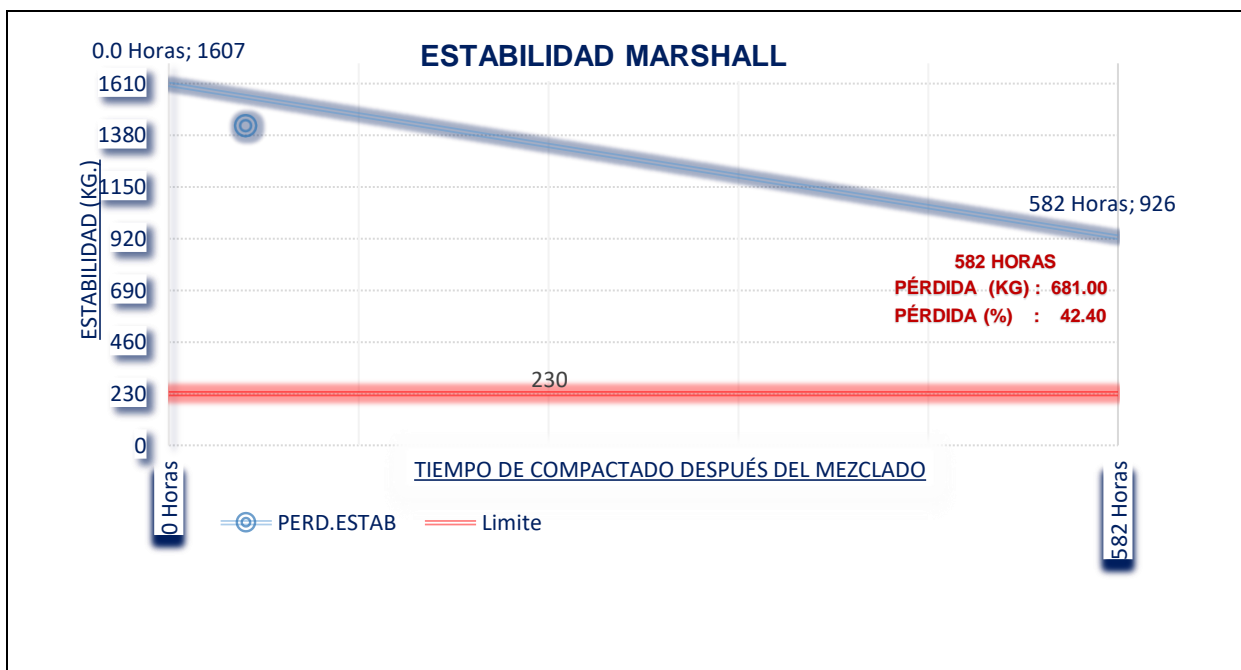


Figura 45: Estabilidad del ensayo N° 27

Se obtuvo un resultado de 926 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.40 % en 582 HORAS (DIA 25), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 32

A las 606 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 28

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 28
DÍA	1	26
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	606 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	923
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		684
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		42.6

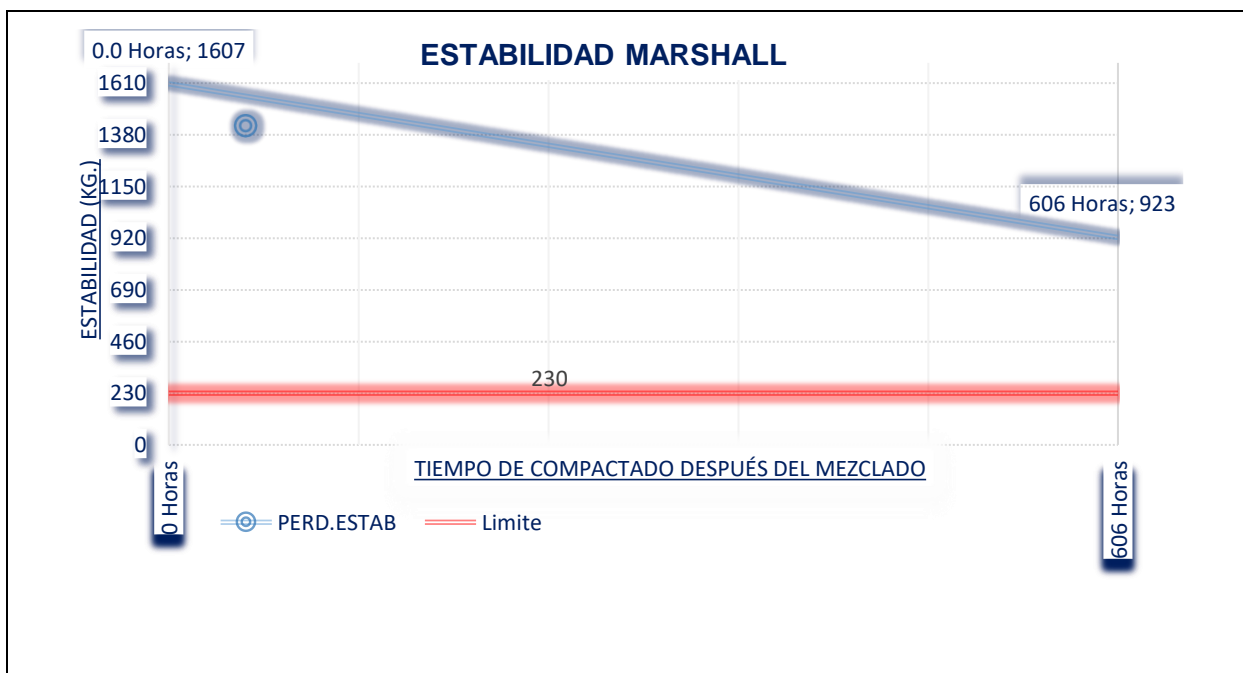


Figura 46: Estabilidad del Ensayo N° 28

Se obtuvo un resultado de 923 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.60 % en 606 HORAS (DIA 26), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 33

A las 630 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 29

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 29
DÍA	1	27
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	630 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	922
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		684
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		42.6

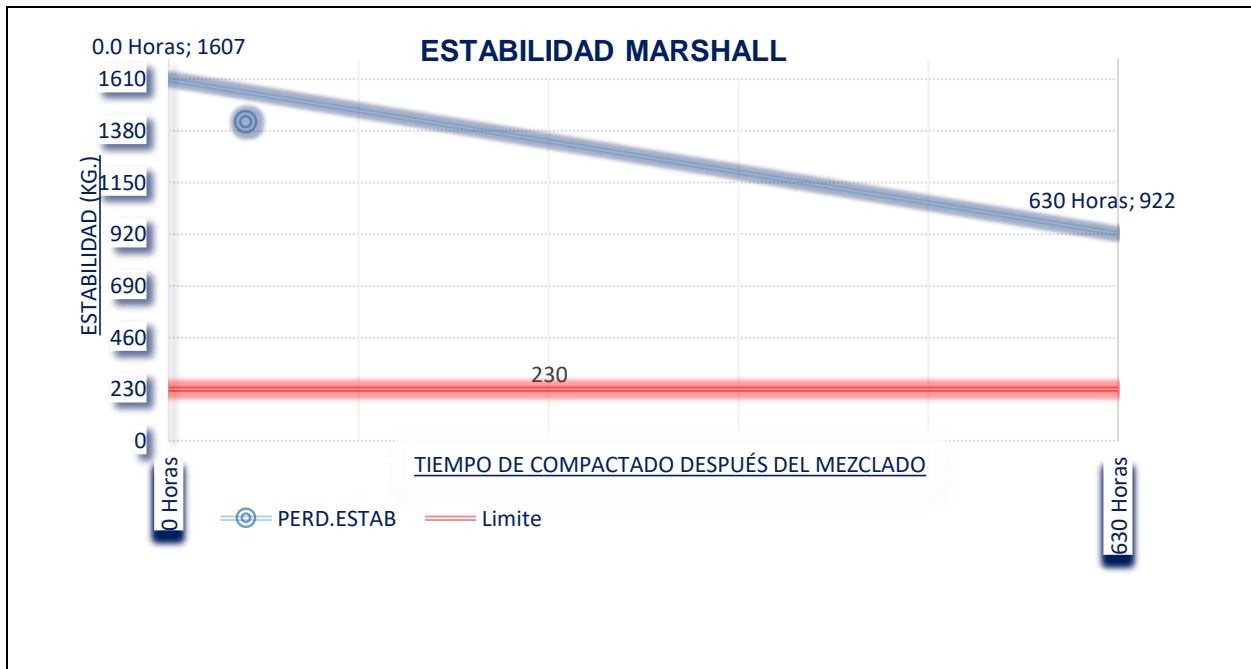


Figura 47. Estabilidad del Ensayo N° 29

Se obtuvo un resultado de 922 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.60 % en 630 HORAS (DIA 27), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 34

A las 654 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 30

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 30
DÍA	1	28
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	654 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	921
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		686
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		42.7

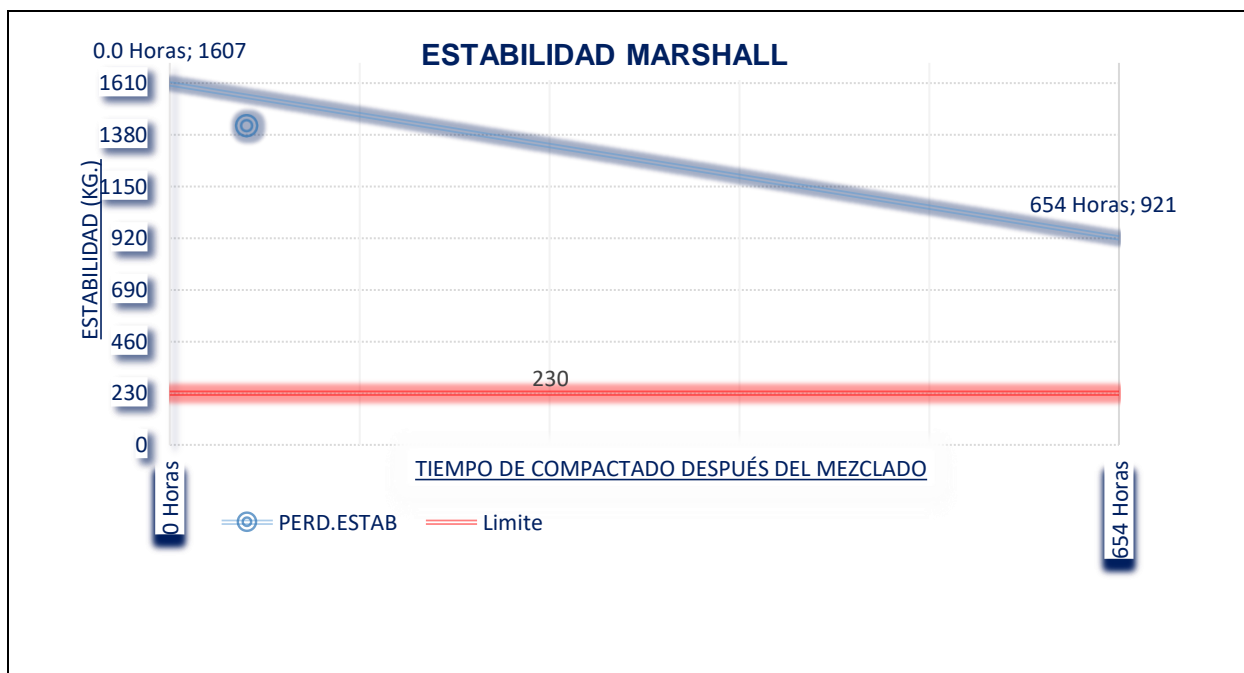


Figura 48. Estabilidad del Ensayo N° 30

Se obtuvo un resultado de 921 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.70 % en 654 HORAS (DIA 28) estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 35

A las 678 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 31

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 31
DÍA	1	29
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	678 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	919
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)		687
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)		42.8

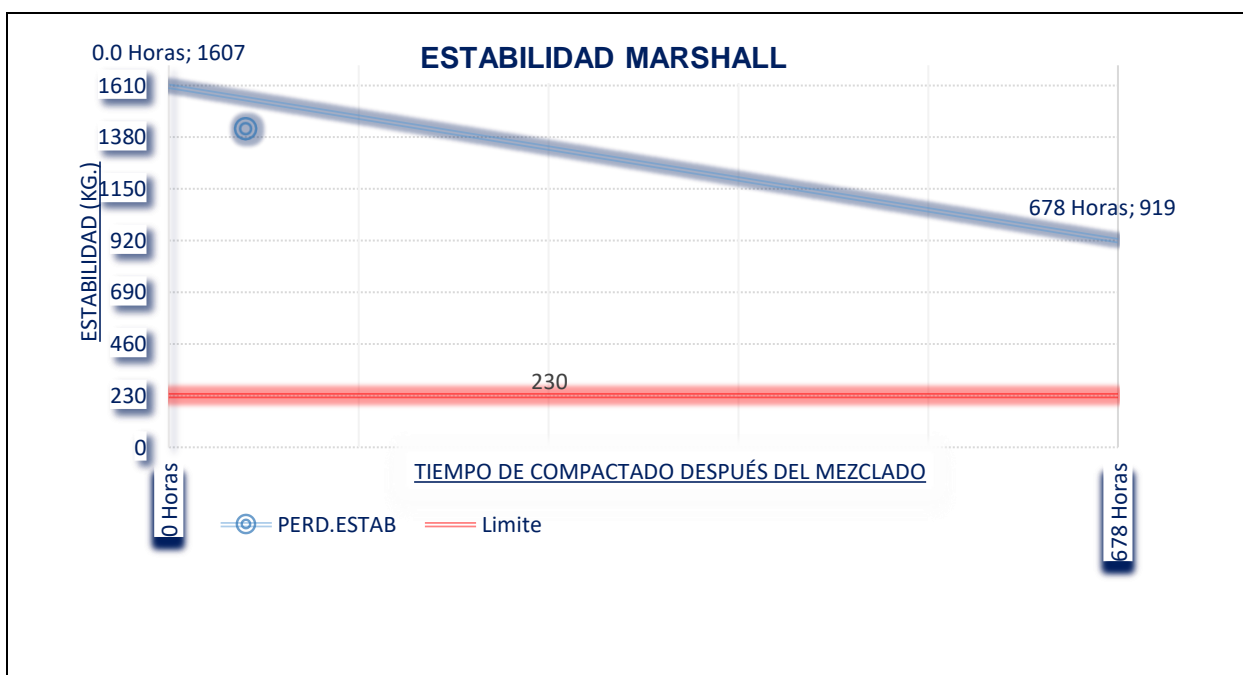


Figura 49: Estabilidad del Ensayo N° 31

Se obtuvo un resultado de 919 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.80 % en 678 HORAS (DÍA 29), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 36

A las 702 horas de la preparación de mezcla - ensayo n° 32

MARSHALL N°	MM - 01	MM - 32
DÍA	1	30
TIEMPO DE MOLDEO DESPUÉS DE MEZCLADO	0.0 Horas	702 Horas
ESTABILIDAD MODIFICADA SEC (Kg-f)	1607	917
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (Kg-f)	690	
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD (%)	42.9	

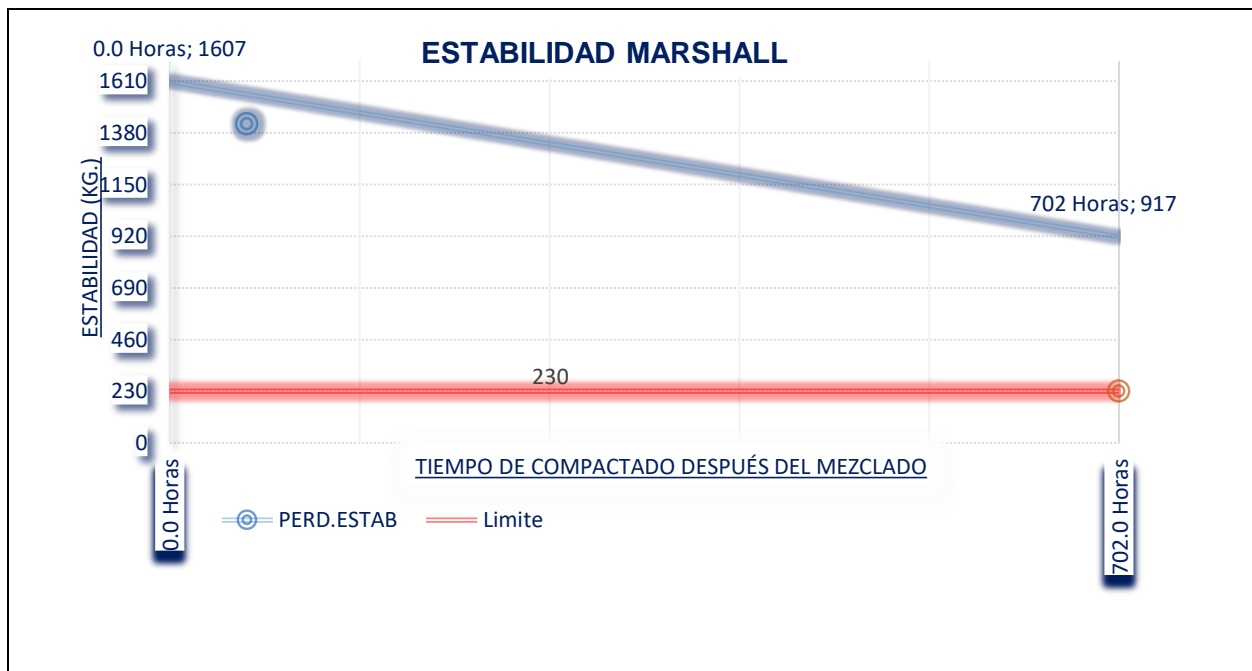


Figura 50: Estabilidad del Ensayo N° 32

Se obtuvo un resultado de 917 KG, teniendo una pérdida de estabilidad desde su preparación de mezcla de 42.90 % en 702 HORAS (DIA 30), estando dentro de los requerimientos en la normatividad Especificación Generales de Carreteras (230 Kg como mínimo).

Tabla 37

Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Método	Instrumentos de recolección de datos
¿En qué tiempo perderá su estabilidad la base estabilizada con emulsión asfáltica, desde su preparación?	<p>Objetivo General</p> <p>Definir el tiempo máximo para compactar la base estabilizada con emulsión después de ser preparada la mezcla para evitar la pérdida de estabilidad, de tal manera que cumpla los estándares.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el Método Marshall Modificado, en mezclas frías para la obtención del contenido de emulsión asfáltica que dé los mejores resultados en la estabilización de este tipo de materiales granulares. • Verificar los resultados generados en el laboratorio con las tolerancias propuestas para la aceptación de bases estabilizadas con emulsión asfáltica. • Realizar el análisis de la curva de pérdida de estabilidad para definir el tiempo máximo de espera para compactar la base estabilizada luego de ser mezclada. 	La base estabilizada con emulsión asfáltica perderá su estabilidad a la hora siguiente de preparada la mezcla	<p>Variable Dependiente:</p> <p>- Bases estabilizadas con Emulsión Asfáltica</p>	Cumplimiento de la norma EG2013	<p>METODO 2:</p> <p>ILLINOIS</p> <p>Este un método propuesto para el diseño de mezclas en frio.</p> <p>Emulsión asfáltica-agregado.</p>	<p>Informe de laboratorio de diseño de mezcla.</p> <p>Equipo Marshall</p> <p>Pruebas de Laboratorio para medir la estabilidad.</p>
			<p>Variable Independiente:</p> <p>- Tiempo de pérdida de estabilidad desde su preparación</p>	Ruptura en laboratorio con prensa Marshall.		

Fuente: Elaboración propia